ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

พล็อตเตอร์จำลอง

MIMIC PLOTTER

H006338

โดย

เอกชัย วิริยะมัติ

EKACHAI VIRIYAMUTI

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์

หมวดหมู่.....
เลขทะเบียน 06338
วัน,เดือน,ปี 8 ธ.ค. 2554

.b.....
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MIMIC PLOTTER

EKACHAI VIRIYAMUTI

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS OF THE COURSE

SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/ 2009

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองโครงการพัฒนาระบบงาน (SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT)

เรื่อง

พล็อตเตอร์จำลอง

MIMIC PLOTTER

นายเอกชัย วิริยะมัติ

รหัสประจำตัว 50066441

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์)

.....กรรมการสอบ
(รศ.ดร. อาริต ธรรมโน)

.....กรรมการสอบ
(รศ.ดร. วรพจน์ กรีสุระเดช)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	พล็อตเตอร์จำลอง
นักศึกษา	นายเอกชัย วิริยะมัติ
รหัสนักศึกษา	50066441
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาระบบงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการพัฒนาระบบเชิงวัตถุ เข้ากับการวิเคราะห์และออกแบบพล็อตเตอร์จำลอง ซึ่งสามารถพล็อตตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขได้ และมีระบบควบคุมพล็อตเตอร์ที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ เพื่อทำการแปลงเป็นคำสั่งพล็อตหรือคำสั่งควบคุมต่างๆ แล้วทำการส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลองผ่านบลูทูธ โดยในการพัฒนาจะใช้ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที (Lego Mindstorm NXT) เป็นฮาร์ดแวร์ ร่วมกับการใช้แพ็คเกจเลจอส (LeJOS) ซึ่งเป็นแพ็คเกจที่ใช้สำหรับการพัฒนาเลโก้ มายสตรอม เอน เอ็กซ์ ที ด้วยภาษาจาวา ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาพล็อตเตอร์ขนาดเล็ก และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบฝังตัวด้วยโมเดลยู เอม แอลต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Mimic Plotter
Student	Mr. Ekachai Viriyamuti
Student ID.	50066441
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2009
Advisor	Asst.Prof.Dr. Olarn Wongwirat

ABSTRACT

This development project is the application of object-oriented system development approach into the mimic plotter. The mimic plotter is a less complexity embedded system that can plot English alphabets and numbers. The plotter control system is also developed for controlling the mimic plotter via Bluetooth. Lego Mindstorm NXT is used as the hardware of mimic plotter and Lejos package is used to develop Lego Mindstorm NXT with java. This development project aims to be the sample approach for embedded system development with the application of object-oriented system development by using a UML in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบงานนี้เกิดขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ ผ.ศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้โอกาสริเริ่มแนะนำโครงการนี้ และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานและให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และรุ่นพี่ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจ ให้ความเข้าใจ และเป็นแรงผลักดันให้ผู้จัดทำมีกำลังใจที่จะมุ่งมั่นในการศึกษาครั้งนี้จนเป็นผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกชัย วิริยะมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูป VIII
บทที่ 1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของโครงการ 2
1.4 ขั้นตอนของการพัฒนาโครงการ 2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ระบบฝังตัว 3
2.1.1 โครงสร้างของระบบฝังตัว 3
2.1.2 ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ 4
2.1.2.1 เอ็มพียู 5
2.1.2.2 หน่วยความจำ 5
2.1.2.3 บัส 7
2.1.2.4 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตพื้นฐาน 7
2.1.3 ส่วนประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ 7
2.1.3.1 ระบบปฏิบัติการ 8
2.1.3.2 โปรแกรมประยุกต์ 10
2.2 พล็อตเตอร์ 10
2.3 ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที 12
2.3.1 เอนเอ็กซ์ที 12
2.3.2 เซนเซอร์สัมผัส 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 เซนเซอร์แสง 13
2.3.7 มอเตอร์ 14
2.4 เลจอส เอนเอ็กซ์เจ 14
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน 15
3.1 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ 15
3.1.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลัก 15
3.1.2 ความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลัก 15
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบฮาร์ดแวร์ 16
3.2.1 วิเคราะห์ความต้องการของฮาร์ดแวร์ 16
3.2.2 การออกแบบโครสร้างของฮาร์ดแวร์ 16
3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมพล็อตเตอร์ 19
3.3.1 สภาพแวดล้อมในการพัฒนา 19
3.3.2 ภาพรวมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ 20
3.3.3 ยูสเคส ไดอะแกรม 23
3.3.4 คำอธิบายยูสเคส 24
3.3.5 แอคทิวิตี ไดอะแกรม 27
3.3.6 คลาส ไดอะแกรม 33
3.3.7 ซีเควน ไดอะแกรม 36
บทที่ 4 การทำงานของระบบ 39
4.1 การสั่งงานพล็อตเตอร์จำลองจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์ 39
4.1.1 การสั่งพล็อตบนกระดาษแผ่นเดียว 39
4.1.2 การสั่งพล็อตบนกระดาษต่อเนื่อง 45
4.1.3 การสั่งยกเลิกการพล็อต 46
4.2 พฤติกรรมของระบบเมื่อเกิดข้อผิดพลาดด้านการเชื่อมต่อด้วยบลูทูธ 47
4.2.1 กรณีปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์ 48
4.2.2 กรณีเกิดข้อผิดพลาดเมื่อระบบควบคุมพล็อตเตอร์ปิดบลูทูธ 48
4.2.3 กรณีเกิดข้อผิดพลาดเมื่อปิดพล็อตเตอร์จำลอง 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนาระบบ 50

5.1 สรุปผลโครงการ 50

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 50

5.3 ข้อเสนอแนะ 51

บรรณานุกรม 52

ภาคผนวก 53

ภาคผนวก ก. การติดตั้งเลจอส เอนเอ็กซ์เจ บนวินโดวส์ เอ็กซ์พี 54

ภาคผนวก ข. การติดตั้งเฟิร์มแวร์เลจอส เอนเอ็กซ์เจ บนเอนเอ็กซ์ที 57

ภาคผนวก ค. การปรับแต่ง Netbeans เพื่อใช้งานร่วมกับเลจอส เอนเอ็กซ์เจ 60

ภาคผนวก ง. ลำดับพิกัดในการพล็อต 72

ประวัติผู้เขียน 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงรหัสของแต่ละตัวอักษร 20

3.2 คำอธิบายยูสเคสการสร้างการเชื่อมต่อ 24

3.3 คำอธิบายยูสเคสการยืนยันข้อความ 24

3.4 คำอธิบายยูสเคสการสั่งพล็อต 25

3.5 คำอธิบายยูสเคสการพล็อต 26

3.6 คำอธิบายยูสเคสการยกเลิกการพล็อต 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างโดยสังเขปของระบบฝังตัว 4
2.2 สถาปัตยกรรมพื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบฝังตัว 4
2.3 การทำงานของเอ็มพียู 5
2.4 การแบ่งประเภทหน่วยความจำ 6
2.5 ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ 8
2.6 ฟังก์ชันการทำงานหลักของเคอร์เนล 9
2.7 โครงสร้างของดีไวซ์ไดรเวอร์ 10
2.8 ตัวอย่างพล็อตเตอร์แบบทรงกระบอก 11
2.9 ตัวอย่างพล็อตเตอร์แบบระนาบ 11
2.10 เอนเอ็กซ์ที และส่วนประกอบต่างๆ 12
2.11 เซนเซอร์สัมผัสที่ใช้กับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที 13
2.12 สถานะที่เซนเซอร์สัมผัสตรวจจับได้ 13
2.13 เซนเซอร์แสงที่ใช้กับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที 13
2.14 การมองเห็นสีของเซนเซอร์แสง 13
2.15 มอเตอร์ของชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที 14
3.1 ภาพมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระดาษตามแนวแกน X 17
3.2 ภาพมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y 17
3.3 ภาพมอเตอร์ควบคุมการขึ้นลงของปากกา 17
3.4 เซนเซอร์สัมผัสแกน Y ขณะไม่กด และขณะกด 18
3.5 เซนเซอร์สัมผัสควบคุมปากกาขณะไม่กด และขณะกด 18
3.6 ตำแหน่งที่ติดตั้งเซนเซอร์แสงของพล็อตเตอร์จำลอง 18
3.7 ภาพรวมของพล็อตเตอร์จำลอง 19
3.8 โครงสร้างคำสั่งที่ใช้ส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง 21
3.9 ตัวอย่างพิกัดตัวอักษร 'A' 22
3.10 โครงสร้างของพิกัดที่ใช้ในการพล็อตของพล็อตเตอร์จำลอง 22
3.11 พิกัดตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลข 22
3.12 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ 23
3.13 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.14 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการยืนยันข้อความ 28

3.15 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการสั่งพล็อต 29

3.16 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการพล็อต 30

3.17 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการยกเลิกการพล็อต 32

3.18 คลาสไดอะแกรมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ฝั่งคอมพิวเตอร์ 33

3.19 คลาสไดอะแกรมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ฝั่งพล็อตเตอร์จำลอง 34

3.20 ซีเควนไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อ 36

3.21 ซีเควนไดอะแกรมของการยืนยันข้อความ 36

3.22 ซีเควนไดอะแกรมของการสั่งพล็อตและการพล็อต 37

3.23 ซีเควนไดอะแกรมของการยกเลิกการพล็อต 38

4.1 หน้าต่างของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ 39

4.2 หน้าจอของพล็อตเตอร์จำลองเมื่อเปิดเครื่องเรียบร้อย 40

4.3 การกดปุ่ม Connect เพื่อสร้างการเชื่อมต่อไปยังพล็อตเตอร์จำลอง 40

4.4 การแสดงผลเมื่อสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ 41

4.5 การเลือกพล็อตบนกระดาษแผ่นเดียว 41

4.6 การพิมพ์ข้อความ และยืนยันข้อความ 41

4.7 ผลลัพธ์หลังจากยืนยันข้อความสำเร็จ 42

4.8 ผลลัพธ์เมื่อข้อความมีตัวอักษรที่ไม่สามารถพล็อตได้ 42

4.9 การคลิ๊กปุ่ม Send เพื่อส่งคำสั่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง 43

4.10 กล่องข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ว่ายังไม่ได้ใส่กระดาษ 43

4.11 ปุ่มยืนยันการใส่กระดาษเรียบร้อย 44

4.12 การแสดงความคืบหน้าบนหน้าจอเอนเอ็กซ์ที 44

4.13 การแสดงความคืบหน้าที่ได้รับจากพล็อตเตอร์จำลอง 45

4.14 แสดงกล่องข้อความเพื่อถามผู้ใช้ 45

4.15 การเลือกพล็อตบนกระดาษต่อเนื่อง 46

4.16 ข้อความแสดงบนหน้าจอเอนเอ็กซ์ทีเมื่อพล็อตสำเร็จ 46

4.17 กล่องข้อความแจ้งผู้ใช้เมื่อทำการพล็อตสำเร็จ 46

4.18 คลิ๊กปุ่ม Cancel เพื่อสั่งยกเลิกการพล็อต 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.19 ระบบควบคุมพล็อตเตอร์แสดงข้อความเมื่อยกเลิกการพล็อตสำเร็จ 47

4.20 หน้าจอเอนเอ็กซ์ทีขณะอยู่ในสถานะรอการเชื่อมต่อ 48

4.21 ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนหลังการเชื่อมต่อถูกตัดขาด 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบฝังตัว (Embedded System) เป็นเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากในปัจจุบัน ผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ (Electronics) ได้มีการเพิ่มหน่วยประมวลเข้าไปในผลิตภัณฑ์ของตน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น กล้องดิจิทัล (Digital) โทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น

การวิเคราะห์และออกแบบระบบฝังตัวในปัจจุบัน ใช้หลักเกณฑ์หรือแบบแผนที่ไม่แน่นอน การพัฒนาระบบฝังตัวส่วนใหญ่จะไม่มีการวิเคราะห์และออกแบบล่วงหน้า กระบวนการพัฒนาจะเป็นการทดลองทำซ้ำๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ได้ผลงานที่ไม่สมบูรณ์มากนัก ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาระบบฝังตัว จึงมีแนวคิดที่จะนำวิธีการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ (Object-oriented system) มาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบฝังตัว โดยใช้ภาษายู เอม แอล (UML) เป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนา

พล็อตเตอร์จำลอง (Mimic plotter) เป็นระบบฝังตัวชนิดหนึ่ง ที่ใช้งานด้านการพิมพ์ทั่วๆไป และมีโครงสร้างหลักๆ ที่ไม่ซับซ้อนมากนักจึงเหมาะกับการนำมาเป็นต้นแบบในการนำเสนอแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ดังนั้น ในการพัฒนาระบบงานนี้จะเป็นการนำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้ยู เอม แอล กับการพัฒนาพล็อตเตอร์จำลอง ซึ่งจะช่วยทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างมีแบบแผน และช่วยให้มองเห็นภาพรวมของระบบได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบฝังตัวในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นการนำโมเดล ยู เอม แอล ซึ่งเป็นโมเดลในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ มาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์และออกแบบระบบฝังตัว
2. เพื่อเป็นการพัฒนาพล็อตเตอร์จำลองขนาดเล็ก ซึ่งเป็นระบบฝังตัวต้นแบบที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ
3. เพื่อเป็นการประยุกต์ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที (Lego Mindstorms NXT) ในการจัดสร้างฮาร์ดแวร์ (Hardware) พล็อตเตอร์ ในกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. พล็อตเตอร์สามารถเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวเลขได้โดยใช้ปากกา เขียนลงบนกระดาษขนาด 10.5 x 29.7 เซนติเมตร (ขนาดเท่ากับกระดาษ A4 พับครึ่งตามแนวยาว) หรือบนกระดาษขนาดกว้าง 10.5 เซนติเมตร ไม่จำกัดความยาว (กระดาษต่อเนื่อง)
2. ระบบควบคุมพล็อตเตอร์พัฒนาด้วยภาษาจาวา โดยพัฒนาร่วมกับแพ็คเกจ (Package) เลจอส (leJOS) ซึ่งเป็นแพ็คเกจที่ใช้สำหรับการพัฒนาชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที ด้วยภาษาจาวา
3. ระบบควบคุมพล็อตเตอร์สื่อสารกับพล็อตเตอร์ผ่านทางบลูทูธ (Bluetooth)

1.4 ขั้นตอนของการพัฒนาโครงการ

1. ศึกษาหลักการทำงาน รวมทั้งส่วนประกอบต่างๆ ที่มีในชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที
2. ศึกษาหลักการทำงานของพล็อตเตอร์ เพื่อนำมาประยุกต์กับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที
3. ศึกษากระบวนการพัฒนาระบบเชิงวัตถุ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบฝังตัว
4. วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมพล็อตเตอร์ โดยใช้ยู เอม แอล เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบ
5. พัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมพล็อตเตอร์ และสร้างพล็อตเตอร์จำลองจากชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที
6. ทดลองและสรุปผลการทดลองว่าพล็อตเตอร์จำลองสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดและวิเคราะห์ไว้หรือไม่

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. เรียนรู้แนวทางในการพัฒนาระบบฝังตัว ด้วยภาษาเชิงวัตถุ อีกทั้งการประยุกต์ใช้การพัฒนาระบบเชิงวัตถุด้วยยู เอม แอล กับการพัฒนาระบบฝังตัว
2. เรียนรู้ความสามารถ และการประยุกต์ใช้ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในอนาคต
3. นำความรู้ที่ได้จากการพัฒนาระบบงานนี้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบฝังตัวอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบฝังตัว

ระบบฝังตัวคือระบบที่มีไมโครชิป (Microchip) กับโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครชิปนั้นฝังตัวอยู่ หรือระบบที่มีเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) ฝังตัวอยู่ เทคโนโลยีหลักที่ประกอบเป็นระบบฝังตัวนั้น ได้แก่ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีซอฟแวร์ (Software) เทคโนโลยีสื่อสาร เป็นต้น คุณลักษณะพิเศษของระบบฝังตัวคือการมีชุดของซอฟแวร์ ที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่างๆ โดยจะต้องเชื่อมโยงหรือฝังตัวอยู่กับอุปกรณ์เหล่านั้น ซึ่งจะต้องมีการกำหนดคุณลักษณะทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์อย่างเหมาะสม ดังนั้น สำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ก็จะทำให้ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะของระบบฝังตัวนั้นแตกต่างกันออกไปด้วย ในส่วนของฮาร์ดแวร์ผู้ออกแบบจะต้องวางโครงสร้างให้รองรับการทำงานของซอฟแวร์ได้ และควรจะมองเผื่อไปถึงการขยายขีดความสามารถของระบบต่อไปในอนาคตด้วย โดยควรจะวางโครงสร้างที่ง่ายต่อการขยายระบบในอนาคต

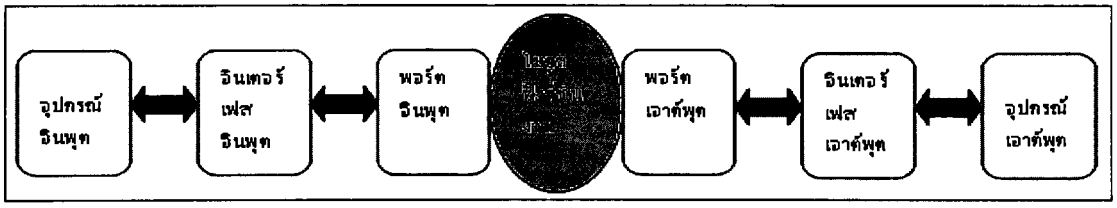
ถึงแม้ระบบฝังตัวจะมีความแตกต่างตามขนาดของระบบที่ใช้ แต่โครงสร้างพื้นฐานจะคล้ายคลึงกัน ซึ่งมีองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานของระบบฝังตัวดังต่อไปนี้

2.1.1 โครงสร้างของระบบฝังตัว

โดยทั่วไประบบฝังตัวจะประกอบขึ้นจากทรัพยากรระบบ 2 ส่วนคือฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ได้แก่ หน่วยประมวลผล (Microcontroller) หน่วยความจำ (Memory) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต(Input/Output Devices) โปรแกรม ข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีทรัพยากรด้านเนตเวิร์ค (Network) ซึ่งเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Japan System House Association. 2549: 6)

การทำงานของระบบฝังตัวส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตทำหน้าที่ติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ข้อมูลจะถูกนำเข้าและส่งออกผ่านทางอินเตอร์เฟสเข้าสู่พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต โดยมีโมดูลฟังก์ชันงานทำหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานต่าง ๆ โดยที่อุปกรณ์ที่เป็นอินเตอร์เฟซอินพุต/เอาต์พุตและโมดูลฟังก์ชันงานนี้จะถูกควบคุมด้วยส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ของระบบฝังตัว ดังรูปที่ 2.1

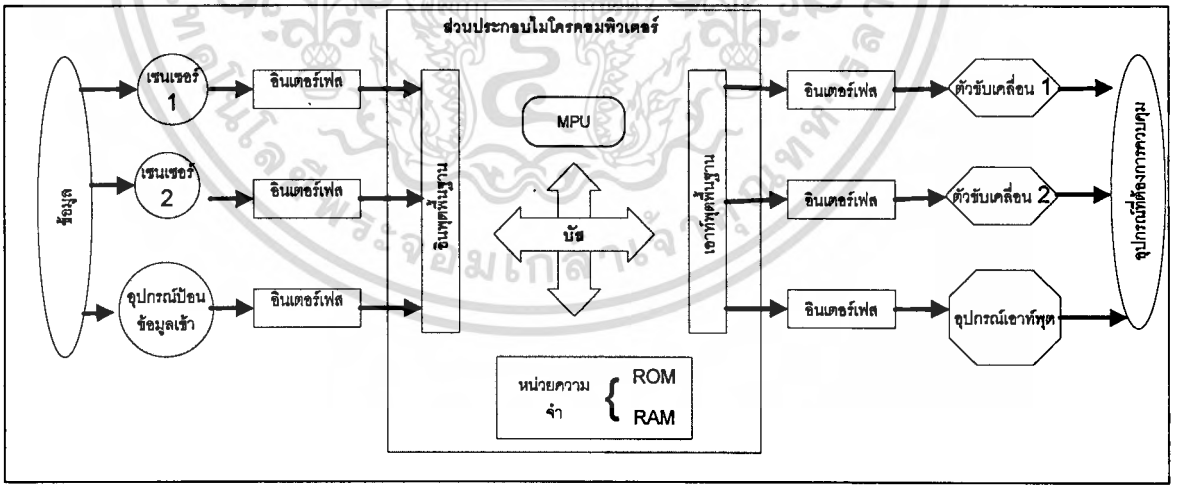
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างโดยสังเขปของระบบฝังตัว (Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 6)

2.1.2 ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบฝังตัวจะแตกต่างกันไปตามการประยุกต์ใช้งาน แต่จะประกอบไปด้วยโครงสร้างพื้นฐานเช่นเดียวกัน คือ ส่วนไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) ซึ่งภายในประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลหรือเอ็มพียู (MPU: micro-processing unit) หน่วยความจำ (Memory) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตพื้นฐาน (basic I/O) ซึ่งจะติดต่อกันผ่านทางบัส (BUS) และมีการเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางอินเตอร์เฟซ (Interface) ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน และการทำงานของเอ็มพียู เช่น การปรับจังหวะเวลา การจัดการเหตุการณ์ที่เข้ามาจากหลายช่องสัญญาณ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.2 (Japan System House Association. 2549: 89)



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมพื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบฝังตัว (Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 89)

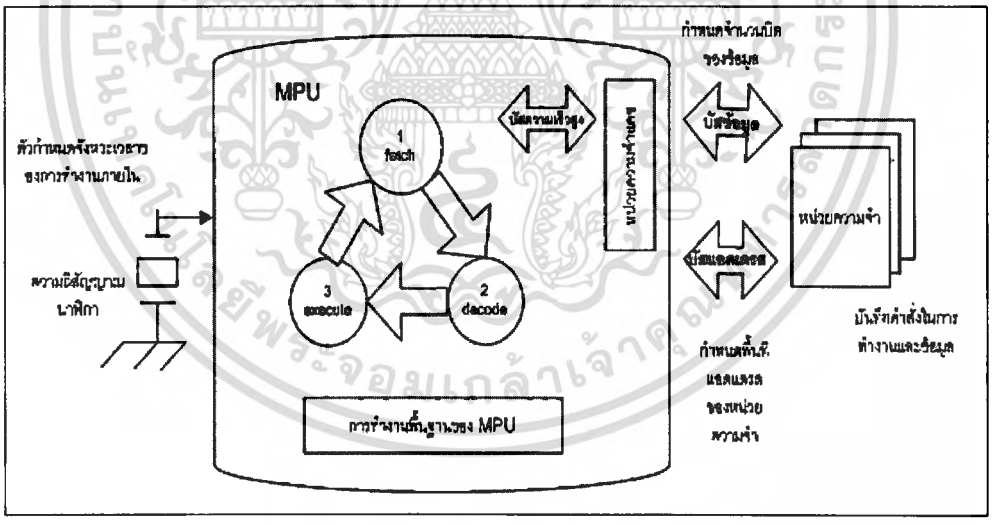
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 เอ็มพียู

เอ็มพียูเป็นหัวใจหลักในการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งและควบคุมการทำงานต่าง ๆ โดยปกติแล้วเอ็มพียูจะมีการทำงานโดยเริ่มจากการอ่านคำสั่ง (Fetch) แล้วทำการตีความคำสั่ง (Decode) จากนั้นจึงทำตามคำสั่ง (Execute) นอกจากนี้ยังอาจมีการทำงานแบบไปป์ไลน์ (Pipeline) คือ การประมวลผลหลาย ๆ คำสั่งไปพร้อมกันดังรูปที่ 2.3 โดยเอ็มพียูสามารถแบ่งโครงสร้างภายในได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ CISC และ RISC (Japan System House Association. 2549: 92)

1. CISC (Complex Instruction Set Computer) เป็นเอ็มพียูที่ออกแบบมาให้มีคำสั่งในการทำงานที่ซับซ้อนจำนวนมาก เพื่อให้สามารถตอบสนองกับความต้องการโปรแกรมฟังก์ชันต่าง ๆ มีความซับซ้อนสูง ความถี่ของสัญญาณนาฬิกามีหลายลูก และสามารถเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรงไม่ต้องผ่านรีจิสเตอร์

2. RISC (Reduced Instruction Set Computing) ถูกออกแบบมาให้มีคำสั่งจำนวนน้อย โครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้คำสั่งง่ายๆ เพื่อให้ประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว สามารถใช้กับสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูงได้ การทำงานมักถูกออกแบบมาให้ใช้รีจิสเตอร์ภายใน



รูปที่ 2.3 การทำงานของเอ็มพียู (Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 92)

2.1.2.2 หน่วยความจำ

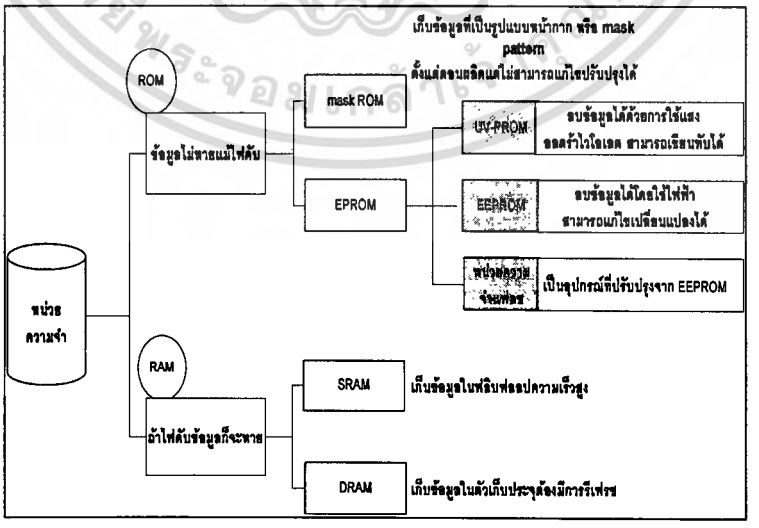
หน่วยความจำเป็นส่วนสำหรับเก็บคำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ โดยจะเก็บข้อมูลในรูปตัวเลขฐานสอง (Binary) ซึ่งก็คือสัญญาณทางไฟฟ้านั่นเอง สำหรับการเก็บข้อมูลจะเก็บรวมกันเป็นกลุ่มบิตข้อมูล เช่น 8 บิต รวมกันเป็น 1 ไบต์ เป็นต้น และมีการกำหนดตำแหน่งที่อยู่ข้อมูล (Address) เพื่อใช้อ้างถึงในการเขียนหรืออ่านข้อมูลนั้น หน่วยความจำแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำรอม (ROM: Read Only Memory) และแรม (RAM: Random Access Memory) ดังรูปที่ 2.4 (Japan System House Association. 2549: 97)

1. รอม เป็นหน่วยความจำที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ข้อมูลจะไม่หายไปไหนแม้ไม่มีไฟเลี้ยง (non-volatile) ดังนั้นรอมจึงเป็นที่เก็บโปรแกรมเริ่มต้นที่จะถูกเอ็มพียูอ่านเข้าไปเพื่อตีความคำสั่งขณะเริ่มต้นการทำงานหลังจากที่มีการจ่ายไฟเข้าระบบ ซึ่งโปรแกรมนี้จะถูกเรียกทำงานก่อนเพื่อโหลดโปรแกรม โดยทั่วไปรอมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ mask ROM ซึ่งเป็นรอมที่ถูกเขียนค่าไว้เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต และ EPROM(Erasable Programmable Read-Only Memory) เป็นรอมที่จะเขียนข้อมูลเข้าภายหลังหรือสามารถลบได้ นอกจากนี้ EPROM ยังสามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้แก่ UV-PROM เป็นรอมที่สามารถลบข้อมูลได้ด้วยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตหรือยูวี (UV) และ EEPROM เป็นรอมที่สามารถลบหรือเขียนข้อมูลเข้าไปใหม่ด้วยไฟฟ้า

2. แรม เป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนหรืออ่านได้ แต่ข้อมูลจะหายเมื่อไม่มีการจ่ายไฟ (Volatile) เอ็มพียูจะทำงานโดยเก็บหรือเขียนทับค่าของตัวแปรที่ใช้งานหรือเป็นบัฟเฟอร์สำหรับตัวแปรหรือข้อมูลต่างๆ ซึ่งขนาดจะต้องไม่เล็กไปกว่าขนาดที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน โดยทั่วไปแรมแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ SRAM (Static Random Access Memory) และ DRAM (Dynamic Random Access Memory) โดยที่ SRAM เป็นแรมที่ประกอบเป็นวงจรฟลิปฟลอปทำงานด้วยความเร็วสูง นิยมนำมาเป็นหน่วยความจำแบบแคช(Cache memory) ส่วน DRAM เป็นแรมที่มีการเก็บข้อมูลที่ต้องมีการรีเฟรช(Refresh) เพื่อให้ข้อมูลยังคงอยู่ สามารถสร้างให้เป็นหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่ได้ แต่ความเร็วในการเข้าถึงจะช้ากว่าแบบ SRAM



รูปที่ 2.4 การแบ่งประเภทหน่วยความจำ (Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 98)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 บัส

บัส(Bus) คือ เส้นทางการติดต่อสื่อสารระหว่างข้อมูล สามารถแบ่งตามตำแหน่งการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ บัสภายใน (Internal Bus) เป็นกลุ่มของสัญญาณไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ร่วมกันสำหรับส่งผ่านข้อมูลระหว่างเอ็มพียู หน่วยความจำ อินพุต/เอาต์พุต และบัสภายนอก (External Bus) เป็นกลุ่มของสายสัญญาณที่ใช้ส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ บัสแบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ (Japan System House Association. 2549: 95)

1. แอดเดรสบัส (Address bus) ใช้สำหรับระบุตำแหน่งในการรับส่งข้อมูล
2. ดาต้าบัส (Data bus) ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
3. คอลโทรลบัส (Control bus) เป็นตัวกำหนดและควบคุม แอดเดรสบัสและดาต้าบัส

2.1.2.4 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตพื้นฐาน

ในระบบฝังตัวนั้นเอ็มพียูจะมีการรับส่งข้อมูลจากภายนอกเข้ามาประมวลผลก่อนที่จะส่งออกไปภายนอกอีกครั้ง ดังนั้นจะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอ็มพียูกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางอินเตอร์เฟส(I/O interface) ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกประกอบด้วยอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต (Japan System House Association. 2549: 113)

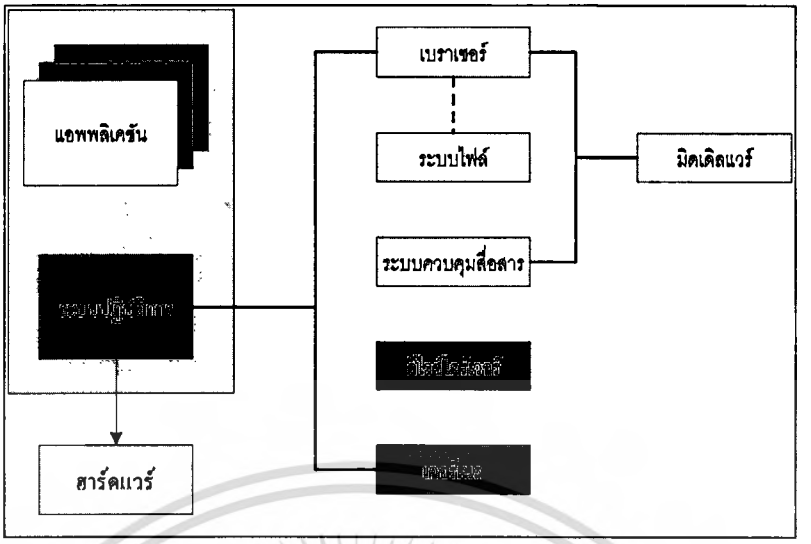
อุปกรณ์อินพุตพื้นฐาน เป็นส่วนรับข้อมูลและสัญญาณต่างๆ ของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยจะส่งข้อมูลในรูปของข้อมูลดิจิตอลให้กับเอ็มพียูเพื่อนำไปประมวลผล โดยทั่วไปเรียกว่า อินพุตพอร์ต โดยผ่านอุปกรณ์หรือวงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมเรียกว่า วงจรอินเตอร์เฟส (Interface circuit) อุปกรณ์อินพุตเช่น เซนเซอร์ (Sensor) เป็นต้น

อุปกรณ์เอาต์พุตพื้นฐานเป็นช่องทางออกของสัญญาณที่เกิดจากการประมวลผลของเอ็มพียูโดยจะมีการแปลงข้อมูลแบบดิจิตอลให้เป็นสัญญาณทางกายภาพที่เหมาะสมเรียกว่าเอาต์พุตพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมการทำงานของเอ็มพียูกับอุปกรณ์ภายนอก อุปกรณ์เอาต์พุตได้แก่ ตัวขับเคลื่อน (Actuator) เช่นมอเตอร์ จอแสดงผล เป็นต้น

2.1.3 ส่วนประกอบทางด้านซอฟต์แวร์

ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ระบบปฏิบัติการ (Operating system) และโปรแกรมประยุกต์ (application program) ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



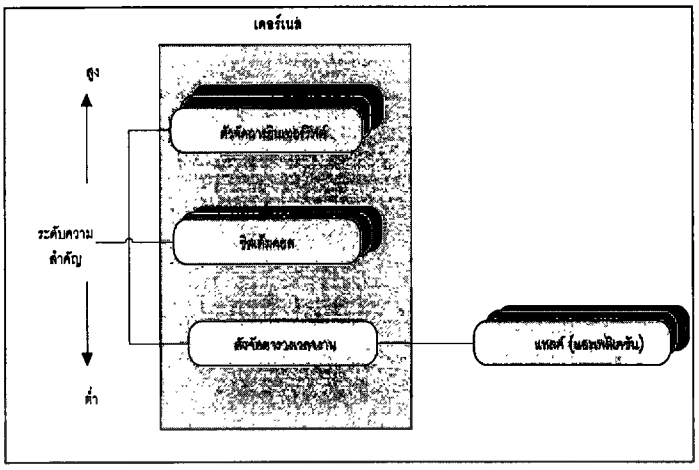
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์(Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 95)

2.1.3.1 ระบบปฏิบัติการ

ระบบปฏิบัติการเป็นส่วนของซอฟต์แวร์ระบบที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และโปรแกรมประยุกต์ทั่วไป บางครั้งอาจเป็นเฟิร์มแวร์ก็ได้ มีหน้าที่หลัก ๆ คือการจัดสรรทรัพยากรในระบบเพื่อให้บริการซอฟต์แวร์ประยุกต์ ควบคุมการรับส่งและจัดเก็บข้อมูล จัดสรรพื้นที่หน่วยความจำ รวมทั้งทำหน้าที่จัดสรรเวลาในการประมวลผล ระบบปฏิบัติการประกอบด้วยเคอร์เนล (Kernel) มิดเดิลแวร์ (Middleware) และ ดีไวซ์ไดร์เวอร์ (Devices Driver)

เคอร์เนล เป็นโมดูลกลางที่ทำหน้าที่ในการให้กำเนิดฟังก์ชันพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ ให้กำเนิดฟังก์ชันของการจัดตารางงานแบบขับเคลื่อนด้วยเหตุการณ์ เรียกว่าเรียลไทม์เคอร์เนล(Real-time kernel) หรือเรียลไทม์โอเอส (Real-time Operating System) ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนฟังก์ชันพื้นฐาน ที่ทำให้เกิดการประมวลผลแบบเรียลไทม์ การทำงานหลักของเคอร์เนลจะประกอบไปด้วย ฟังก์ชันการจัดตารางงานทำหน้าที่ในการจัดการเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลาย ๆ เหตุการณ์ ฟังก์ชันควบคุมการอินเทอร์รัพต์ (Interrupt) ทำหน้าที่จัดการและดูแลอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นตามแต่ละประเภท และฟังก์ชันซิสเต็มคอล (System call) ทำหน้าที่จัดการการเรียกใช้บริการจากระบบ ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

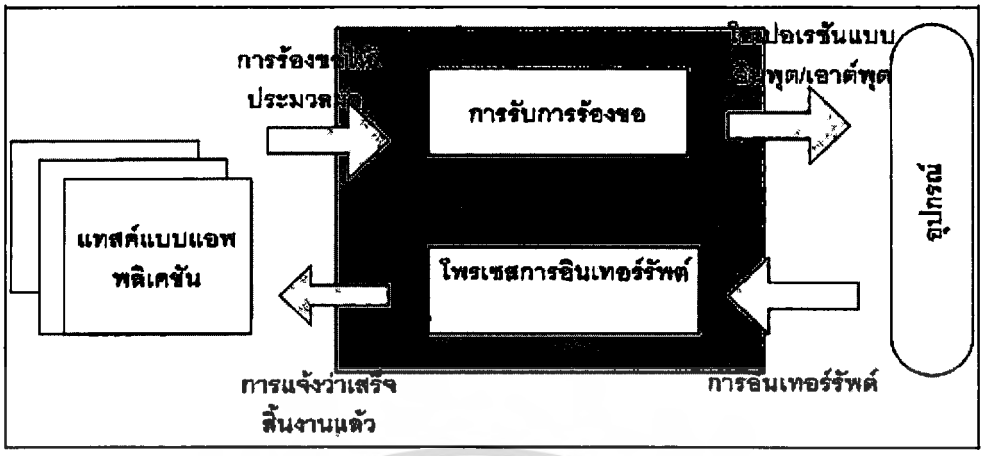


รูปที่ 2.6 ฟังก์ชันการทำงานหลักของเคอร์เนล (Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 96)

มิดเดิลแวร์ เป็นโมดูลที่สนับสนุนฟังก์ชันทั่วไปของระบบ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเป็นตัวประสานบริการ(Service) ต่างๆ ให้กับแอพพลิเคชั่นโดยผ่านทางเคอร์เนลที่ควบคุมการทำงานของระบบปฏิบัติการ ทำให้ใช้งานแอพพลิเคชั่นต่างๆ ได้สะดวกขึ้น ซึ่งอาจประกอบด้วยไลบรารี่ (Library) เช่นระบบไฟล์ ฟังก์ชันควบคุมการสื่อสาร เป็นต้น

ดีไวซ์ไดร์เวอร์ เป็นส่วนควบคุมอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เพื่อให้เกิดฟังก์ชั่นในการรับส่งข้อมูลกับโปรแกรมประยุกต์ บางครั้งเรียกว่าระบบควบคุมอินพุตเอาต์พุต (Input & Output Control System - IOCS) ระบบปฏิบัติการโดยทั่วไปดีไวซ์ไดร์เวอร์จะเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการ แต่ถ้าเป็นซอฟต์แวร์ระบบฝังตัวนั้นจะแตกต่างกันไปตามผลิตภัณฑ์ และการใช้งานอุปกรณ์ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ฟังก์ชันของดีไวซ์ไดร์เวอร์แบบเฉพาะเจาะจงลงไปในระบบปฏิบัติการได้ ส่วนใหญ่จะมีเพียงดีไวซ์ไดรเวอร์พื้นฐานหลัก ๆ เช่น ตัวจับเวลา (timer) อินเตอร์เฟสชนิดซีเรียล (Serial I/F) เป็นต้น สำหรับดีไวซ์ไดรเวอร์อื่น ๆ นั้นอาจจะต้องหาจากซอฟต์แวร์อื่นที่มีอยู่ หรืออาจต้องพัฒนาขึ้นมาเอง โดยดีไวซ์ไดร์เวอร์ มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของดีไวซ์ไดรเวอร์ (Japan System House Association. 2549. แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ธนารัตน์ ธีระมั่นคง : 97)

2.1.3.2 โปรแกรมประยุกต์

โปรแกรมประยุกต์เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับงานด้านต่างคือ ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ทำให้การทำงานได้สะดวกขึ้น หรืออาจเป็นซอฟต์แวร์ใช้งานเฉพาะด้านซึ่งผู้ใช้เป็นผู้พัฒนาขึ้นเองเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานของตน สามารถแบ่งซอฟต์แวร์ประยุกต์ออกเป็นสองกลุ่มคือ ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป คือ โปรแกรมที่ถูกสร้างหรือเขียนขึ้นมาเสร็จเรียบร้อยแล้ว พร้อมที่จะนำไปใช้งานต่างๆได้ทันที เช่น Microsoft Office เป็นต้น และซอฟต์แวร์ที่ใช้งานเฉพาะด้าน เช่น ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ ซอฟต์แวร์ระบบบัญชี เป็นต้น

2.2 พล็อตเตอร์

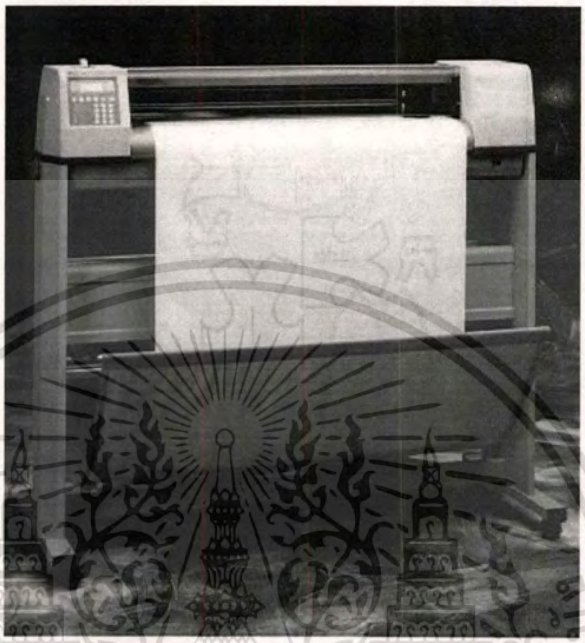
พล็อตเตอร์คือ เครื่องวาดลายเส้น ทำงานโดยอาศัยแขนจับปากกา ลากลายเส้นในแนวแกน X-Y บนกระดาษ เช่นเดียวกับการเขียนด้วย ปากกาหรือดินสอ โดยพล็อตเตอร์จะรับสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ควบคุมการเลื่อนปากกาไปบนกระดาษซึ่งสามารถเลือกสี หรือปากกา ที่มีเส้นหนาบางอย่างไรก็ได้ ในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานร่วมกับพล็อตเตอร์ และแสดงภาพที่เป็นทั้ง 2 มิติและ 3 มิติได้ แต่ข้อเสียของ พล็อตเตอร์ ก็คือ ยังใช้เวลานานในการสร้างภาพ (มหาวิทยาลัยพายัพ. 2548)

พล็อตเตอร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. พล็อตเตอร์แบบทรงกระบอก (Drum Plotter) จะมีปากกามากกว่า 1 ด้ามที่มีขนาดและหลายสี ผลัดกันเคลื่อนที่ไปมาบนกระดาษ ภายใต้การควบคุมของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างภาพขึ้นมา ปากกาและแท่งรองกระดาษจะเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กันในแนวที่ต่างกัน

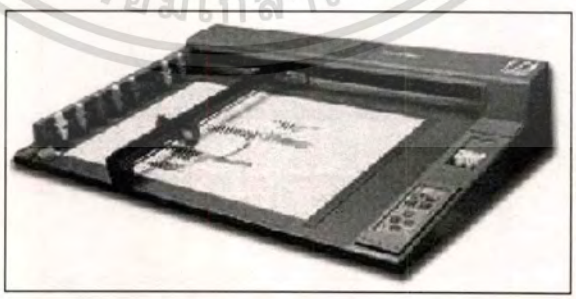
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ แนวแกน X และ พล็อตเตอร์ชนิดนี้ มักเป็นแบบตั้งพื้นและมีขนาดใหญ่ ใช้ในการสร้างภาพที่ต่อเนื่อง เช่น สำหรับวัดความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว หรือวาดภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่และยาวมากๆ เช่น ภาพโครงสร้างของยานอวกาศ เป็นต้น



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างพล็อตเตอร์แบบทรงกระบอก (http://www.thevickerage.worldonline.co.uk)

2. พล็อตเตอร์แบบระนาบ (Flatbed Plotter) จะมีปากกามากกว่า 1 ด้ามเช่นกัน แต่การเคลื่อนที่จะมีแต่ปากกาเท่านั้นที่มีการเคลื่อนที่ ทั้งสองแกน ในขณะที่กระดาษผลลัพธ์จะอยู่กับที่ พล็อตเตอร์แบบนี้ มักมีขนาดไม่ใหญ่นัก ตั้งบนโต๊ะคอมพิวเตอร์ได้ ภาพที่วาดจึงไม่ใหญ่มาก เช่น รูปกราฟต่างๆ เป็นต้น



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างพล็อตเตอร์แบบระนาบ (http://www.cybered.co.th)

3. อิเล็กโตรสแตติคพล็อตเตอร์ (Electrostatic Plotter) เป็นพล็อตเตอร์ที่ใช้ในการสร้างภาพอย่างคร่าวๆ ไม่ละเอียดมากนัก ใช้สำหรับ ตรวจสอบความถูกต้องของงาน เมื่อเรียบร้อยดีแล้วจึงส่งให้พล็อตเตอร์ 2 แบบแรกสร้างภาพผลลัพธ์ที่มีความละเอียดสูงต่อไป

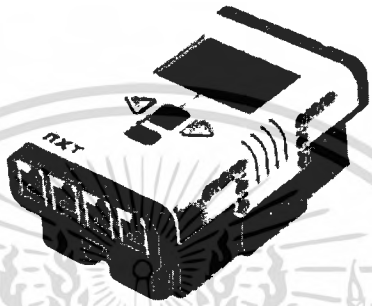
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที

ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที มีส่วนประกอบสำคัญ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาพล็อตเตอร์ ดังนี้

2.3.1 เอนเอ็กซ์ที (NXT)

เอนเอ็กซ์ทีเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบ โดยที่มีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้



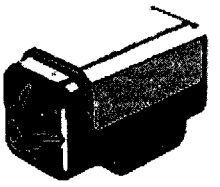
รูปที่ 2.10 เอนเอ็กซ์ที และส่วนประกอบต่างๆ(http://www.active-robots.com/products/lego/nxt-accessories.html)

- พอร์ท (Port) สำหรับเสียบมอเตอร์ มี 3 พอร์ทคือ เอ (A) บี (B) และซี (C)
- พอร์ทสำหรับเสียบเซนเซอร์ มี 4 พอร์ท คือ 1 2 3 และ 4
- พอร์ทยูเอสบี (USB) ใช้เสียบสายยูเอสบีเพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมลงในเอนเอ็กซ์ที
- ลำโพง
- ปุ่มควบคุม ประกอบไปด้วย 4 ปุ่ม คือ ปุ่มสีเหลือง ทำหน้าที่เปิดเครื่อง เข้าเมนู และเปิดโปรแกรม ปุ่มสีเทาอ่อนทำหน้าที่เลื่อนซ้าย ขวา ภายในหน้าเมนู และปุ่มสีเทาเข้มทำหน้าที่ออกจากเมนู
- จอแสดงผล

2.3.2 เซนเซอร์สัมผัส (Touch Sensor)

เซนเซอร์สัมผัส (รูปที่ 2.11) ช่วยให้ระบบ สามารถรับรู้ถึงสิ่งที่เข้ามากระทบกับระบบ ซึ่งสามารถตรวจจับได้ 3 สถานะ คือ สถานะกด สถานะปล่อย และสถานะบั๊ม (Bumped) ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

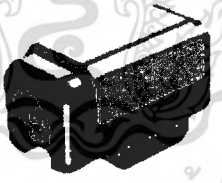


รูปที่ 2.11 เซนเซอร์สัมผัสที่ใช้กับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที (http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/Touch_Sensor.aspx)

รูปที่ 2.12 สถานะที่เซนเซอร์สัมผัสตรวจจับได้ (http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/Touch_Sensor.aspx)

2.3.3 เซนเซอร์แสง (Light Sensor)

เซนเซอร์แสง (รูปที่ 2.13) สามารถแยกแยะความมืด และความสว่างได้ โดยการวัดความเข้มแสงที่สะท้อนออกจากสีแต่ละสี ทำให้ระบบมองเห็นสีเป็นขาวดำ โดยที่แต่ละสีแทนด้วยแสงที่มีความเข้มแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.13 เซนเซอร์แสงที่ใช้กับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที (http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/Light_Sensor.aspx)

รูปที่ 2.14 การมองเห็นสีของเซนเซอร์แสง (http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/Light_Sensor.aspx)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 มอเตอร์

ในชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที จะประกอบไปด้วยมอเตอร์จำนวน 3 ตัว ซึ่งจะเท่ากับจำนวนพอร์ทที่อยู่ในเอนเอ็กซ์ที ในมอเตอร์จะมีอุปกรณ์วัดการหมุน ซึ่งช่วยให้ควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยสามารถสั่งให้มอเตอร์หมุนด้วยองศาที่ต้องการได้

รูปที่ 2.15 มอเตอร์ของชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที
(http://www.g9toengineering.com/summerschool/Legomindstorms.htm)

2.4 เลจอส เอนเอ็กซ์เจ (leJOS NXJ)

เลจอส เอนเอ็กซ์เจ เป็นสภาพแวดล้อมในการพัฒนาชุดทดลองเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที ให้ผู้พัฒนาสามารถให้ภาษาจาวาในการพัฒนาได้ ซึ่งประกอบไปด้วย (Paul Andrews. et al. 2006)

- เฟิร์มแวร์ (Firmware) สำหรับเอนเอ็กซ์ที ที่มีการรวมเอาจาวา เวอร์ชวล แมชชีน (Java Virtual Machine) เข้าไปด้วย
- ชุดคำสั่งที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมของเอนเอ็กซ์ที
- เครื่องมือที่ช่วยในการเปลี่ยนเฟิร์มแวร์ของเอนเอ็กซ์ที
- ชุดคำสั่งที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้ติดต่อกับเอนเอ็กซ์ทีผ่านทางบลูทูธได้

เลจอสเป็นโครงการโอเพ่นซอร์ส ที่พัฒนาต่อยอดมาจากโครงการไทนีวีเอม (TinyVM) ซึ่งเดิมเป็นการพัฒนาจาวา เวอร์ชวล แมชชีนสำหรับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นอาร์ซีเอ็กซ์ (LEGO MINDSTORMS RCX) ซึ่งมีข้อได้เปรียบจากเฟิร์มแวร์เดิมดังต่อไปนี้

- สนับสนุนการพัฒนาด้วยภาษาจาวา
- ทำงานได้รวดเร็วกว่าเฟิร์มแวร์เดิมของเลโก้
- สามารถควบคุมมอเตอร์ได้อย่างแม่นยำ
- สนับสนุนการทำงานแบบมัลติเธรด (Multithread)
- สนับสนุนการเชื่อมต่อด้วยบลูทูธโดยสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

ในการพัฒนาพล็อตเตอร์จำลอง แบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ในขั้นตอนแรก จะเป็นการวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างของเครื่องพล็อตเตอร์ โดยใช้โปรแกรม เลโก้ ดิจิตอล ดีไซเนอร์ ซึ่งเป็นโปรแกรม ที่ทางบริษัท เลโก้ ผลิตออกมาสำหรับออกแบบตัวต่อเลโก้โดยเฉพาะ โดยลักษณะการใช้งานเป็นแบบ 3 มิติ หลังจากนั้นจึงนำมาสร้างเป็นพล็อตเตอร์จำลองที่ใช้งานได้จริง

หลังจากออกแบบเครื่องพล็อตเตอร์เสร็จแล้ว ในขั้นต่อไปเป็นการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมพล็อตเตอร์ ซึ่งในการพัฒนาระบบสำหรับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่น เอนเอ็กซ์ที นี้ จะใช้ภาษาจาวา ซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุ และใช้ ยู เอม แอล เป็นโมเดลในการวิเคราะห์ออกแบบ

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ในการพัฒนาพล็อตเตอร์จำลอง และระบบควบคุมพล็อตเตอร์นั้น จะวิเคราะห์กระบวนการทำงานให้มีกระบวนการทำงานพื้นฐานคล้ายคลึงกับเครื่องพิมพ์ (Printer) กล่าวคือ พล็อตเตอร์จำลองจะใช้ปากกาในการเขียนตัวอักษร และมีการตรวจสอบกระดาษก่อนการเขียน ซึ่งระบบควบคุมพล็อตเตอร์จะทำหน้าที่ในการติดต่อรับคำสั่งจากผู้ใช้ อีกทั้งเป็นช่องทางในการแจ้งเตือนสิ่งข้อผิดพลาดแก่ผู้ใช้อีกด้วย

3.1.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลัก (Functional Requirement)

1. ผู้ใช้สามารถป้อนตัวอักษรที่ต้องการพล็อตในคอมพิวเตอร์
2. ผู้ใช้สามารถสร้างการเชื่อมต่อไปยังพล็อตเตอร์จำลองได้
3. ผู้ใช้สามารถสั่งการพล็อตเตอร์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์จากระยะไกล ผ่านทางบลูทูธ
4. พล็อตเตอร์จำลองสามารถเขียนตัวอักษรตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ โดยเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวเลข
5. พล็อตเตอร์จำลองสามารถเขียนตัวอักษรบนกระดาษแผ่นเดียว ขนาด 10.5 x 29.7 เซนติเมตร และกระดาษต่อเนื่องขนาดกว้าง 10.5 เซนติเมตรได้
6. พล็อตเตอร์จำลองสามารถตรวจสอบว่ากระดาษหมดหรือไม่ พร้อมทั้งแจ้งเตือนผู้ใช้ผ่านทางระบบควบคุมพล็อตเตอร์

3.1.2 ความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลัก (Non-Functional Requirement)

1. ระบบควบคุมพล็อตเตอร์จะต้องใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบฮาร์ดแวร์

3.2.1 วิเคราะห์ความต้องการของฮาร์ดแวร์

ในการสร้างฮาร์ดแวร์ของพล็อตเตอร์จำลองนั้น วิเคราะห์ได้จากการทำงานของพล็อตเตอร์แบบทรงกระบอก ซึ่งหลักการทำงานนั้น จะใช้การเคลื่อนที่ของปากกา ร่วมกับการเคลื่อนที่ของกระดาษ เพื่อสร้างเป็นรูปร่าง 2 มิติขึ้น ดังนั้น จากหลักการทำงานของพล็อตเตอร์แบบทรงกระบอก เมื่อนำมาวิเคราะห์รวมกับความสามารถและข้อจำกัดของชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที จะได้ส่วนประกอบที่จำเป็นในการสร้างพล็อตเตอร์จำลองดังต่อไปนี้

1. มอเตอร์ 3 ตัว โดยที่มอเตอร์ 2 ตัวแรกทำหน้าที่ในการควบคุมการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X และแกน Y มอเตอร์ที่เหลือ อีกหนึ่งตัว ทำหน้าที่ในการควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของปากกา
2. เซนเซอร์สัมผัส 2 ตัว ตัวแรกเพื่อทำหน้าที่ในการจำกัดระยะในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในแกน Y ตัวที่สองเพื่อทำหน้าที่ในการจำกัดระยะการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของปากกา
3. เซนเซอร์แสง 1 ตัว เพื่อทำหน้าที่ในการตรวจสอบว่าผู้ใช้ได้ใส่กระดาษแล้วหรือไม่
4. หน่วยประมวลผลทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของพล็อตเตอร์ ทำงานโดยชุดคำสั่งที่จะวิเคราะห์และออกแบบในหัวข้อต่อไป
5. ตัวต่อเลโก้ที่ต่อกันเป็นโครงสร้าง เพื่อรองรับการทำงานของพล็อตเตอร์

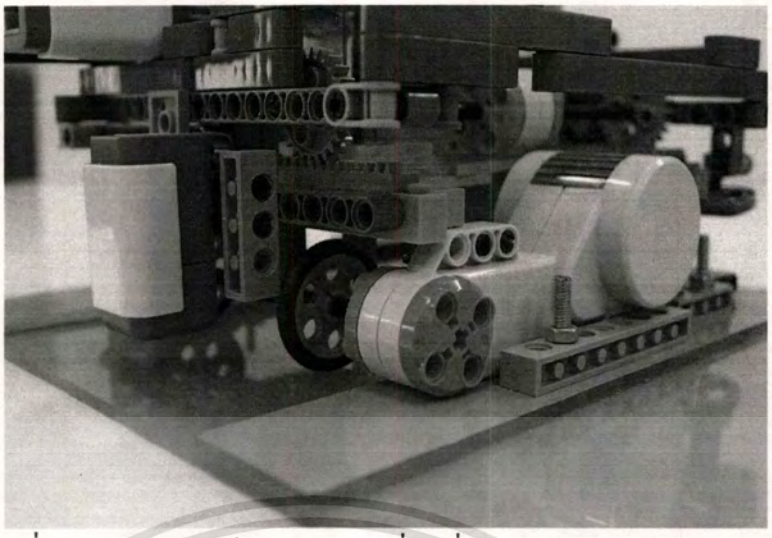
3.2.2 การออกแบบโครงสร้างของฮาร์ดแวร์

จากการวิเคราะห์ถึงความต้องการต่อส่วนประกอบต่างๆ ของพล็อตเตอร์ในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถนำมาออกแบบพล็อตเตอร์จำลองได้ดังนี้

1. ส่วนของมอเตอร์ มอเตอร์ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X จะมีแกนหมุนและ วงล้อยางทำหน้าที่ขยับกระดาษ (ดังรูปที่ 3.1) มอเตอร์ควบคุมแกน Y มีแกนหมุนและเฟือง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนตามแนวแกน (ดังรูปที่ 3.2) มอเตอร์ควบคุมการขึ้นลงของปากกาจะมีส่วนยึดติดกับปากกาดังรูปที่ 3.3

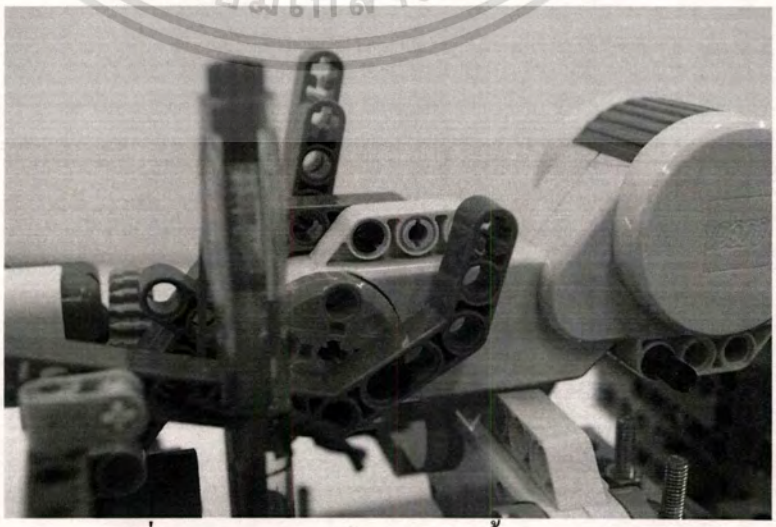
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.1 ภาพมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระดาษตามแนวแกน X

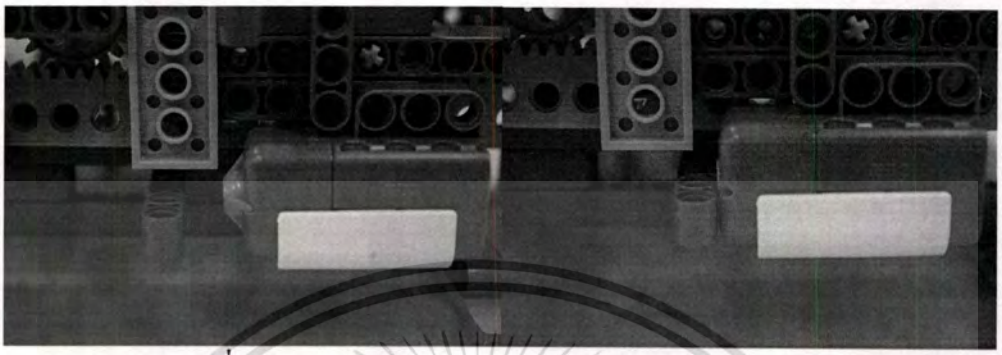
รูปที่ 3.2 ภาพมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y



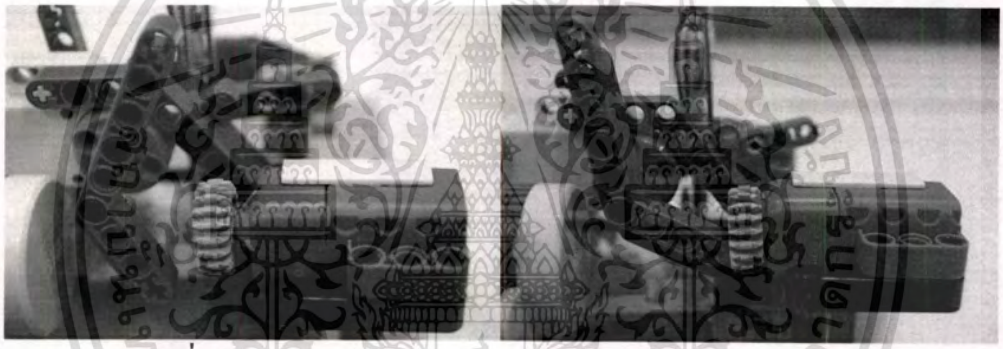
รูปที่ 3.3 ภาพมอเตอร์ควบคุมการขึ้นลงของปากกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
06338

2. ส่วนของเซนเซอร์สัมผัส เซนเซอร์สัมผัสตัวแรกที่ทำหน้าที่จำกัดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y ติดตั้งดังรูปที่ 3.4 และเซนเซอร์สัมผัสตัวที่สองที่ทำหน้าที่จำกัดการเคลื่อนที่ลงของปากกา ติดตั้งดังรูปที่ 3.5

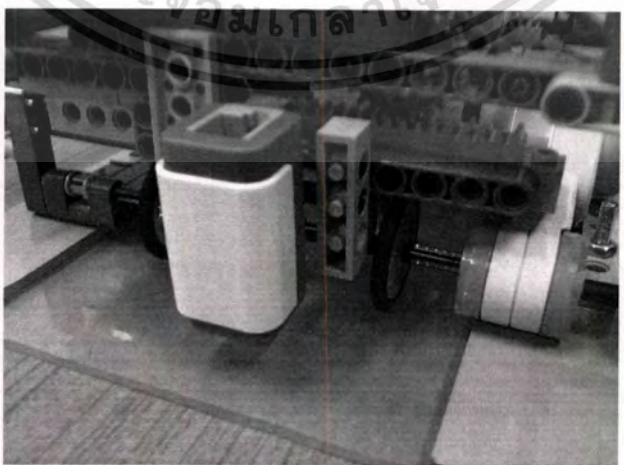


รูปที่ 3.4 เซนเซอร์สัมผัสแกน Y ขณะไม่กด และขณะกด



รูปที่ 3.5 เซนเซอร์สัมผัสควบคุมปากกาขณะไม่กด และขณะกด

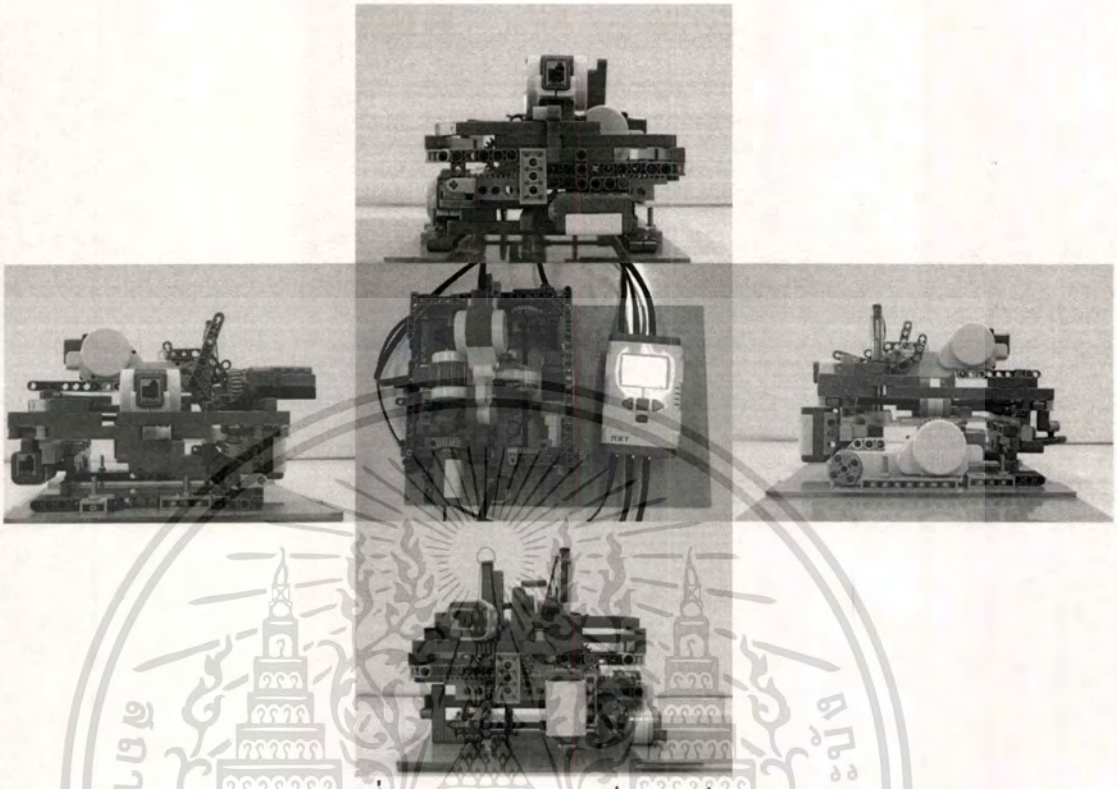
3. ส่วนของเซนเซอร์แสง ทำหน้าที่ตรวจสอบกระดาษติดตั้งดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ตำแหน่งที่ติดตั้งเซนเซอร์แสงของพล็อตเตอร์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนประกอบต่างๆ เมื่อประกอบกันเป็นพล็อตเตอร์จำลอง แสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพรวมของพล็อตเตอร์จำลอง

3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมพล็อตเตอร์

3.3.1 สภาพแวดล้อมในการพัฒนา

ระบบควบคุมพล็อตเตอร์จะประกอบไปด้วยสองส่วนหลักๆ คือส่วนของระบบในคอมพิวเตอร์และส่วนของระบบที่ใช้ควบคุมพล็อตเตอร์ ซึ่งในการวิเคราะห์และออกแบบจะทำรวมกันเป็นระบบเดียว โดยที่สภาพแวดล้อมในการพัฒนาจะเป็นการพัฒนาด้วยภาษาจาวาโดยให้แพ็คเกจ (Package) ที่มีชื่อว่าเลจอส ซึ่งเป็นแพ็คเกจที่ใช้สำหรับการพัฒนาชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที ด้วยภาษาจาวาโดยเฉพาะ

ในส่วนของชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที จะต้องทำการเปลี่ยนไปใช้เฟิร์มแวร์ (Firmware) ของเลจอส เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานของภาษาจาวาได้ ภายในเฟิร์มแวร์จะมีส่วนประกอบสำคัญคือ จาวาเวอร์ชวลแมชชีน ทำหน้าที่ในการตีความคำสั่งในโปรแกรมจาวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ภาพรวมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์

หลักการทำงานของระบบควบคุมพล็อตเตอร์นั้น จะมีส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ทำหน้าที่รับคำสั่งและข้อความจากผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้พิมพ์ข้อความที่ต้องการพล็อต และทำการยืนยันข้อความเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ ผู้ใช้จะต้องส่งข้อความไปยังพล็อตเตอร์จำลอง โดยการคลิ๊กปุ่ม Send บนส่วนติดต่อผู้ใช้ เมื่อทำการคลิ๊ก ระบบควบคุมพล็อตเตอร์จะทำการแตกข้อความออกเป็นตัวอักษรแล้วทำการแปลงแต่ละตัวอักษรให้เป็นรหัสของตัวอักษร ซึ่งรหัสของแต่ละอักษรเป็นดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรหัสของแต่ละตัวอักษร

รหัส	ความหมาย	รหัส	ความหมาย
01	A	20	T
02	B	21	U
03	C	22	V
04	D	23	W
05	E	24	X
06	F	25	Y
07	G	26	Z
08	H	27	0
09	I	28	1
10	J	29	2
11	K	30	3
12	L	31	4
13	M	32	5
14	N	33	6
15	O	34	7
16	P	35	8
17	Q	36	9
18	R	37	.
19	S		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษรดังกล่าว จะถูกนำมาเรียงกัน แล้วให้นำหน้าด้วยรหัสของคำสั่ง (Message ID) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

- 1 เป็นคำสั่งพล็อตที่เป็นข้อความเดียว ไม่เกิน 4 ตัวอักษร หรือเป็นข้อความที่สองสำหรับข้อความ 6 ตัวอักษร
- 2 เป็นคำสั่งพล็อตสำหรับข้อความ 6 ตัว โดยรหัส 2 แสดงว่ายังมีคำสั่งพล็อตต่อจากคำสั่งนี้อีก
- 3 เป็นคำสั่งพล็อตในกรณีที่ผู้ใช้ส่งคำสั่งพล็อตครั้งแรกไปด้วยตัวอักษรที่ไม่เกิน 6 ตัว แล้วต้องการพล็อตต่อ โดยใช้กระดาษแผ่นเดิม ข้อความที่ผู้ใช้ต้องการพล็อตต่อ จะมีรหัสคำสั่งนำหน้าเป็น 3
- 4 เป็นคำสั่งพล็อตบนกระดาษต่อเนื่องสำหรับข้อความที่ไม่เกิน 4 ตัวอักษร
- 5 เป็นคำสั่งพล็อตคำสั่งแรก ในกรณีที่พล็อตบนกระดาษต่อเนื่อง และมีข้อความยาวมากกว่า 4 ตัวอักษร

โครงสร้างของคำสั่งที่จะส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลองแสดงดังรูปที่ 3.8

Message ID	Sequence of character code

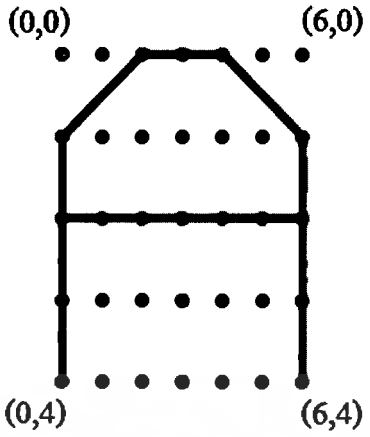
รูปที่ 3.8 โครงสร้างคำสั่งที่ใช้ส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง

เมื่อแปลงเป็นคำสั่งพล็อตเรียบร้อยแล้วแล้ว ระบบควบคุมพล็อตเตอร์จะทำการส่งคำสั่งนั้นไปยังพล็อตเตอร์จำลองผ่านบลูทูธ เมื่อพล็อตเตอร์จำลองได้รับคำสั่งพล็อต จะทำการตรวจสอบรหัสคำสั่งก่อน ซึ่งรหัสแต่ละรหัสก็จะมีขั้นตอนการทำงานต่างกัน ส่วนสำคัญอยู่ที่รหัสตัวอักษร พล็อตเตอร์จำลองจะทำการแปลงจากรหัสตัวอักษร 2 หลัก เป็นพิกัดตัวอักษรที่ใช้ในการพล็อต ตัวอย่างเช่นตัวอักษร 'A' จะมีพิกัดดังรูปที่ 3.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ลำดับพิกัดที่ใช้ในการพล็อตของตัวอักษร 'A' เป็นดังนี้ (0,4) , (0,1) , (2,0) , (4,0) , (6,1) , (6,2) , (0,2) , (6,2) , (6,4) โดยที่พล็อตเตอร์จำลองจะมีการเพิ่มรหัสควบคุมเข้าไปในลำดับพิกัด ประกอบไปด้วย

- รหัสตัวอักษร เพิ่มที่ส่วนต้นของลำดับพิกัด เพื่อให้รู้ว่ากำลังจะพล็อตตัวอักษรใด และมีการใช้รหัสอักษรนี้ สำหรับส่งความก้าวหน้าไปยังระบบควบคุมพล็อตเตอร์
- ตัวเลข 77 จะแทรกอยู่ในลำดับพิกัดเพื่อให้พล็อตเตอร์จำลองย้ายตำแหน่งปัจจุบันของปากกาไปยังพิกัดถัดไป ตัวอย่างเช่น ลำดับพิกัดเป็น 647704 พล็อตเตอร์จำลองจะย้ายตำแหน่งปากกาจากพิกัด (6,4) ไปยังพิกัด (0,4) โดยที่ไม่ลากเส้น
- ตัวเลข 99 ต่อท้ายลำดับพิกัด เพื่อให้รู้ว่าสิ้นสุดลำดับพิกัดของตัวอักษรนั้นๆ แล้ว

โครงสร้างของลำดับพิกัดในการพล็อตเป็นไปดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

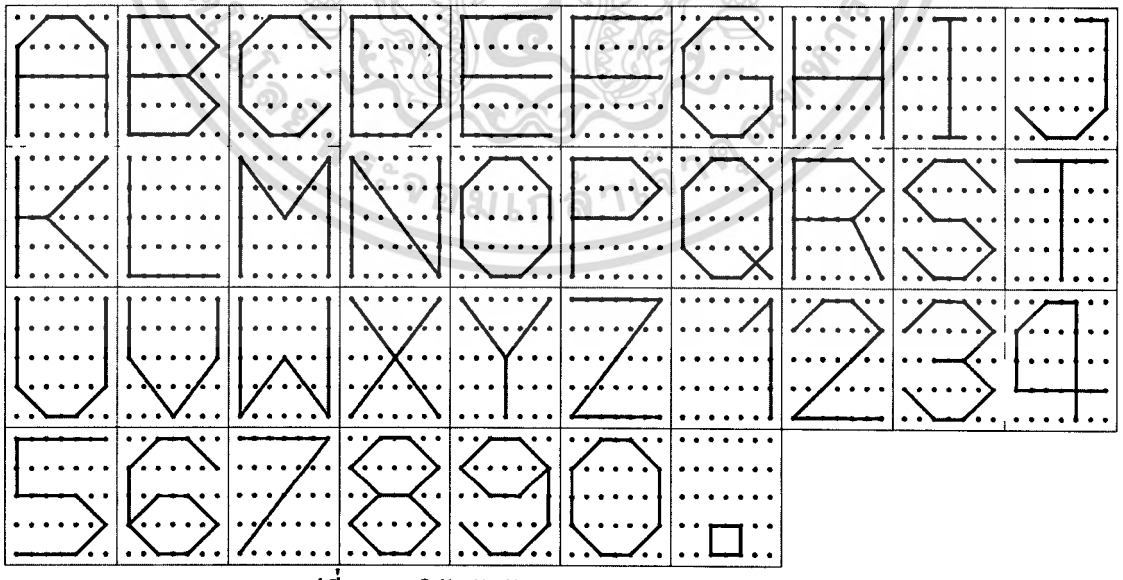


รูปที่ 3.9 ตัวอย่างพิกัดตัวอักษร 'A'

Charactor code	Sequence of coordinate	99

รูปที่ 3.10 โครงสร้างของพิกัดที่ใช้ในการพล็อตของพล็อตเตอร์จำลอง

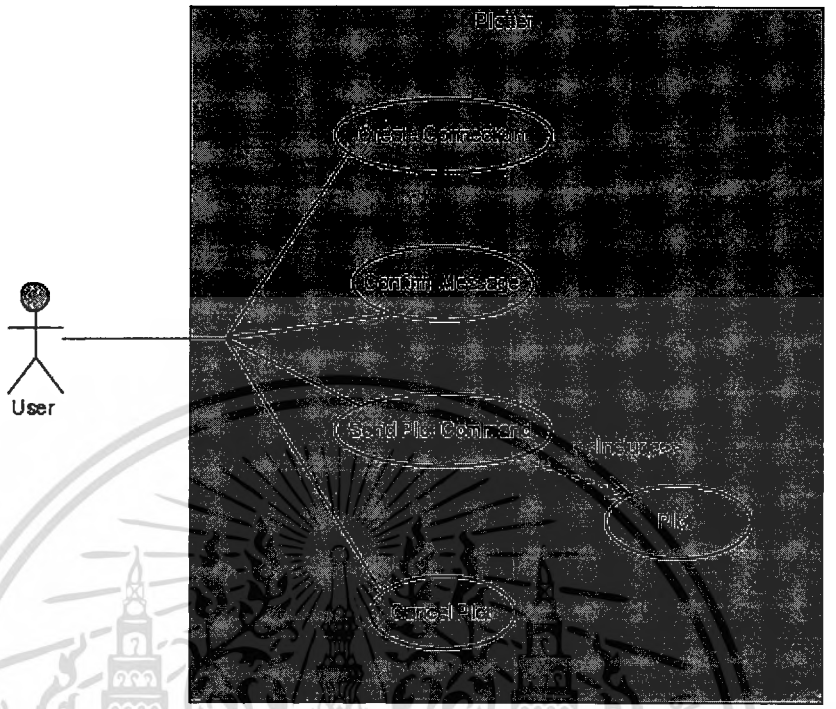
พล็อตเตอร์จำลองจะทำการรวมพิกัดสำหรับพล็อตของแต่ละตัวอักษรเข้าด้วยกัน ในลักษณะเรียงกันให้พิกัดของตัวอักษรแรกอยู่ด้านซ้ายสุด เรียงลำดับไปทางขวา เมื่อได้พิกัดตัวอักษรครบทั้งข้อความแล้ว พล็อตเตอร์จำลองจึงเริ่มทำการพล็อตต่อไป ในส่วนของพิกัดของตัวอักษรอื่นๆ ที่ใช้ในการพล็อตจะเป็นไปดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 พิกัดตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ยูสเคสไดอะแกรม (Use case diagram)



รูปที่ 3.12 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์

ยูสเคสการสร้างการเชื่อมต่อ (Create Connection) ทำหน้าที่ในการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างพล็อตเตอร์จำลอง และระบบควบคุมพล็อตเตอร์ โดยจะทำงานเมื่อผู้ใช้เรียกใช้

ยูสเคสการยืนยันข้อความ (Confirm Message) ทำหน้าที่ในการตรวจสอบข้อความที่ผู้ใช้ต้องการพล็อต ว่าพล็อตเตอร์จำลองสามารถพล็อตได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะแจ้งให้ทราบว่าตัวอักษรใดที่ไม่สามารถพล็อตได้

ยูสเคสการยกเลิกการพล็อต (Cancel Plot) ทำหน้าที่ในการสั่งให้พล็อตเตอร์จำลอง ทำการยกเลิกการทำงานในทันที

ยูสเคสการสั่งพล็อต (Send Plot Command) ทำหน้าที่ในการส่งแปลงข้อความที่ผู้ใช้ต้องการพล็อต ให้เป็นคำสั่งที่พล็อตเตอร์จำลองเข้าใจ จากนั้นจึงทำการส่งคำสั่งนั้นไปยังพล็อตเตอร์จำลอง

ยูสเคสการพล็อต (Plot) เป็นยูสเคสที่ทำหน้าที่รอรับคำสั่งจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์แล้วจึงนำคำสั่งนั้นไปประมวลผล เพื่อทำการพล็อตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 คำอธิบายยูสเคส (Use case description)

แต่ละยูสเคสที่ได้วิเคราะห์และออกแบบนั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคสการสร้างการเชื่อมต่อ

Use Case Name: การสร้างการเชื่อมต่อ	ID: 1	Importance Level: High
Primary Actor: ผู้ใช้	Use Case Type: Function	
Brief Description: เป็นยูสเคสที่ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อบลูทูธระหว่างพล็อตเตอร์จำลอง และระบบควบคุมพล็อตเตอร์		
Pre-Condition: พล็อตเตอร์จำลองรันโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว		
Post-Condition: การเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์		
Trigger: ผู้ใช้กดปุ่ม Connect		
Relationships: Association: ผู้ใช้		
Normal Flow of Events: 1. ระบบควบคุมพล็อตเตอร์ทำการเชื่อมต่อไปยังฝั่งหุ่นยนต์ 2. พล็อตเตอร์จำลองทำการตอบรับการเชื่อมต่อ 3. ระบบควบคุมพล็อตเตอร์แสดงสถานะการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์		
Exceptional Conditions:		

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายยูสเคสการยืนยันข้อความ

Use Case Name: การยืนยันข้อความ	ID: 2	Importance Level: High
Primary Actor: ผู้ใช้	Use Case Type: Function	
Brief Description: เป็นยูสเคสที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อความที่ผู้ใช้ต้องการพล็อต ว่าพล็อตเตอร์จำลองสามารถพล็อตได้หรือไม่		
Pre-Condition: ผู้ใช้ทำการเปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์		
Post-Condition: - ในกรณีที่ข้อความไม่ถูกต้อง ผู้ใช้จะต้องพิมพ์ข้อความอีกครั้ง - ในกรณีที่ข้อความถูกต้อง ข้อความนั้นจะพร้อมสำหรับการพล็อต		
Trigger: ผู้ใช้กดปุ่ม Confirm		
Relationships: Association: ผู้ใช้		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้เลือกประเภทกระดาษที่ต้องการพล็อต (กระดาษธรรมดาหรือกระดาษต่อเนื่อง) 2. พิมพ์ข้อความลงในกล่องข้อความ 3. คลิ๊กปุ่ม Confirm 4. ระบบทำการตรวจสอบข้อความว่า ประกอบไปด้วยตัวอักษรที่พล็อตเตอร์ไม่สามารถพล็อตได้หรือไม่ 5. แสดงข้อความแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงผลการตรวจสอบ ถ้าข้อความไม่ถูกต้องระบบจะแสดงให้ผู้ใช้ทราบด้วยว่า ตัวอักษรใดที่พล็อตเตอร์จำลองไม่สามารถพล็อตได้
Exceptional Conditions:

ตารางที่ 3.4 คำอธิบายยูสเคสการสั่งพล็อต

Use Case Name: การสั่งพล็อต	ID: 3	Importance Level: High
Primary Actor: ผู้ใช้	Use Case Type: Function	
Brief Description: เป็นยูสเคสที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อความที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ให้เป็นรหัสที่พล็อตเตอร์จำลองเข้าใจ จากนั้นจะส่งข้อความนั้นไปยังพล็อตเตอร์จำลอง		
Pre-Condition: ข้อความจะต้องผ่านการตรวจสอบแล้ว ว่าถูกต้อง		
Post-Condition: -		
Trigger: ผู้ใช้กดปุ่มกดปุ่ม Send		
Relationships: Association: ผู้ใช้		
Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้คลิ๊กปุ่ม Send 2. ระบบจะพิจารณาประเภทกระดาษที่ผู้ใช้เลือกไว้ เพื่อกำหนดรหัสคำสั่งที่จะใช้ในคำสั่งพล็อต (กระดาษธรรมดามีรหัสคำสั่งเป็น 1 2 หรือ 3 และกระดาษต่อเนื่องจะมีรหัสคำสั่งเป็น 4 หรือ 5) 3. ระบบทำการแยกข้อความออกเป็นตัวอักษรเดี่ยวๆ จากนั้นจะทำการแปลงตัวอักษรเหล่านั้น ให้เป็นรหัสของตัวอักษร 4. รวมรหัสคำสั่งและรหัสตัวอักษรเหล่านั้นเป็นคำสั่งพล็อต 5. ส่งคำสั่งไปยังพล็อตเตอร์จำลองผ่านบลูทูธ		
Exceptional Conditions:		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายยูสเคสการพล็อต

Use Case Name: การพล็อต	ID: 4	Importance Level: High
Primary Actor: -	Use Case Type: Function	
Brief Description: เป็นยูสเคสที่ทำงานที่ฝั่งพล็อตเตอร์จำลอง ทำหน้าที่ในการพล็อตข้อความที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์		
Pre-Condition: - พล็อตเตอร์จำลองและระบบควบคุมพล็อตเตอร์เชื่อมต่อกันด้วยบลูทูธเรียบร้อยแล้ว - คำสั่งที่พล็อตเตอร์จำลองได้รับจากคอมพิวเตอร์จะต้องสมบูรณ์ ไม่เสียหาย		
Post-Condition: พล็อตเตอร์ทำการพล็อตข้อความเสร็จเรียบร้อย		
Trigger: พล็อตเตอร์จำลอง ได้รับคำสั่งพล็อตจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์		
Relationships: Association: -		
Normal Flow of Events: 1. คำสั่งที่ส่งมาจากระบบมาถึงพล็อตเตอร์จำลอง 2. แสดงผลทางหน้าจอของพล็อตเตอร์ด้วยข้อความ “Plotting” 3. พล็อตเตอร์ทำการแยกข้อความออกเป็นรหัสของแต่ละตัวอักษร 4. ส่งข้อความไปบอกระบบว่ากำลังทำการพล็อตตัวอักษรใดอยู่ 5. แปลความหมายของรหัสนั้น ออกมาเป็นลำดับของคำสั่งที่จะต้องใช้ในการสั่งการมอเตอร์ 6. ทำการพล็อตตัวอักษรตามที่ได้คำสั่งที่ได้รับจากการแปล 7. ทำซ้ำข้อที่ 4-5 จนกว่าจะครบทุกตัวอักษร		

ตารางที่ 3.6 คำอธิบายยูสเคสการยกเลิกการพล็อต

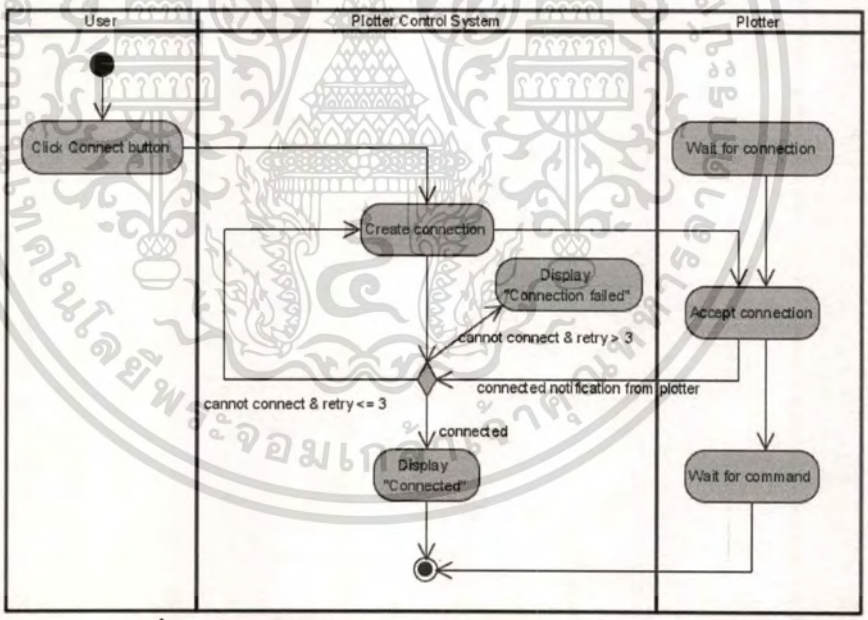
Use Case Name: การยกเลิกพล็อต	ID: 5	Importance Level: High
Primary Actor: ผู้ใช้	Use Case Type: Function	
Brief Description: เป็นยูสเคสที่ทำหน้าที่ในการยกเลิกการพล็อตของพล็อตเตอร์จำลอง ตามที่ผู้ใช้สั่ง		
Pre-Condition: พล็อตเตอร์จำลองต้องอยู่ในระหว่างการพล็อต		
Post-Condition: พล็อตเตอร์จำลองจะอยู่ในสถานะรอคำสั่งจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์		
Trigger: ผู้ใช้กดปุ่ม Cancel Plot		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

Relationships: Association: ผู้ใช้
Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้คลิ๊กปุ่ม Cancel Plot 2. ระบบทำการส่งคำสั่งยกเลิกการพล็อต ไปที่พล็อตเตอร์จำลอง 3. เมื่อพล็อตเตอร์จำลองได้รับคำสั่งจะทำการหยุดทำงานทุกอย่าง แล้วโหลดกระดาษออกจากเครื่อง 4. พล็อตเตอร์จำลองส่งข้อความไปบอกระบบว่าทำการยกเลิกการพล็อตเรียบร้อยแล้ว 5. ระบบแสดงข้อความบอกผู้ใช้
Exceptional Conditions:

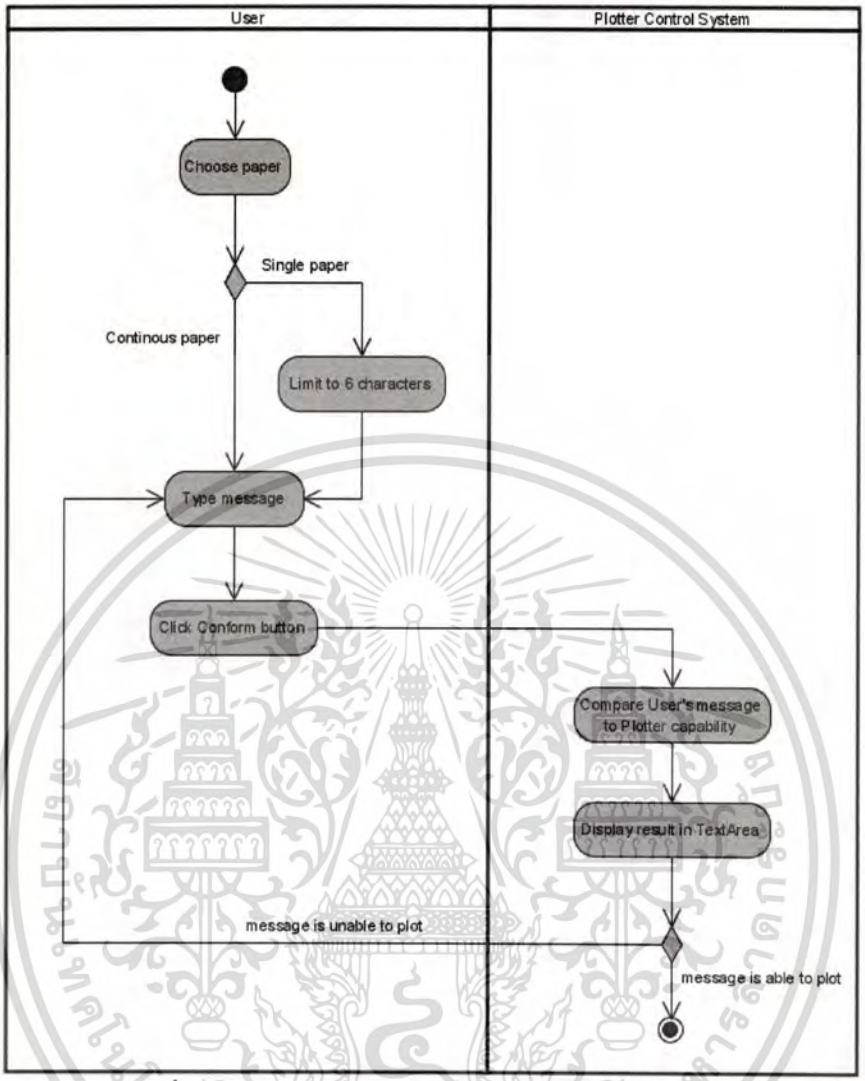
3.3.5 แอคทิวิตีไดอะแกรม (Activity diagram)



รูปที่ 3.13 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อ

จากแอคทิวิตีไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อในรูปที่ 3.13 เมื่อผู้ใช้ทำการคลิ๊กปุ่ม "Connect" ระบบจะทำการสร้างการเชื่อมต่อไปยังพล็อตเตอร์จำลอง หากไม่สามารถเชื่อมต่อได้ ระบบจะลองสร้างการเชื่อมต่อใหม่อีก 3 ครั้ง ถ้ายังไม่สามารถเชื่อมต่อได้ระบบจะแสดงข้อความบอกผู้ใช้ว่า "Connection failed" ในกรณีที่เชื่อมต่อได้ปกติ ระบบจะแสดงข้อความว่า "Connected" และพล็อตเตอร์จำลองจะเข้าสู่สถานะรอคำสั่งจากระบบ

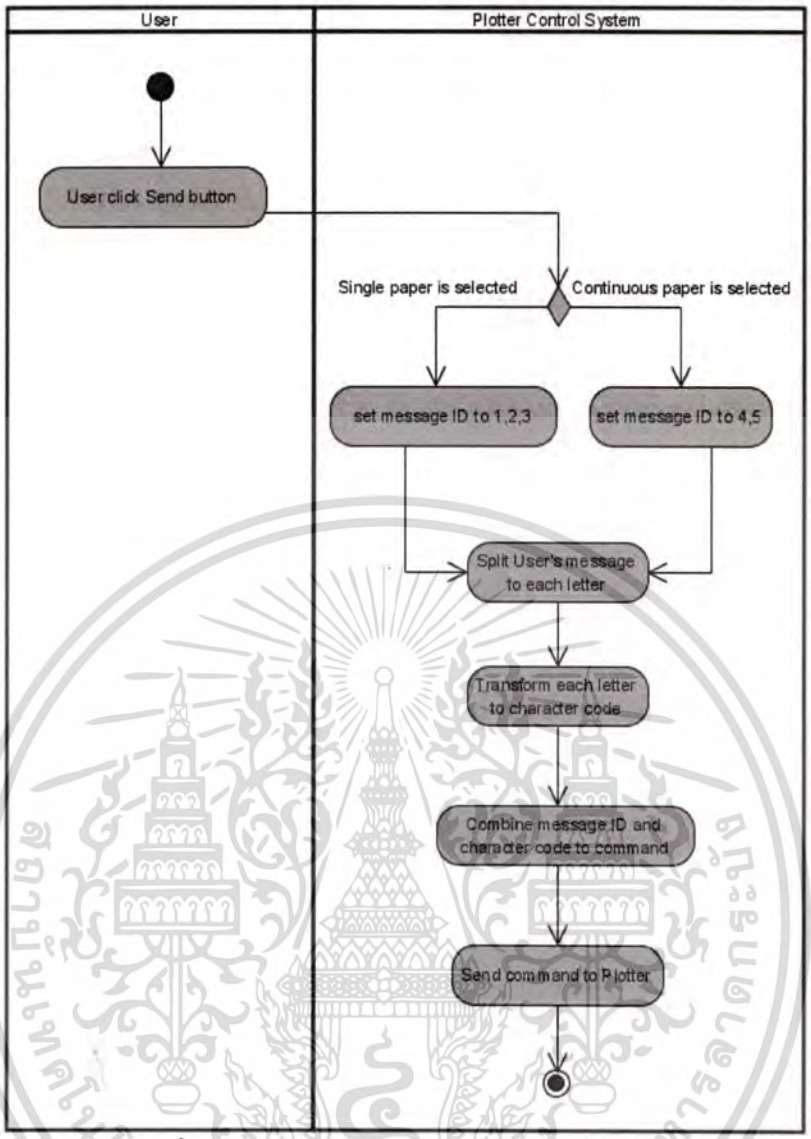
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการยืนยันข้อความ

จากแอคทิวิตีไดอะแกรมของการยืนยันข้อความในรูปที่ 3.14 ผู้ใช้จะเริ่มการทำงานด้วยการเลือกประเภทของกระดาษที่ต้องการพล็อต คือ กระดาษธรรมดา หรือกระดาษต่อเนื่อง ถ้าเลือกกระดาษธรรมดา ระบบจะจำกัดความยาวข้อความไม่เกิน 6 ตัวอักษร กระดาษต่อเนื่องจะไม่จำกัดความยาวข้อความ จากนั้นผู้ใช้จึงพิมพ์ข้อความในส่วนติดต่อผู้ใช้ แล้วคลิ๊กปุ่ม “Confirm” เมื่อระบบควบคุมพล็อตเตอร์ได้รับคำสั่งก็จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อความนั้น โดยการเปรียบเทียบกับรายการตัวอักษรที่พล็อตเตอร์จำลองสามารถพล็อตได้ แล้วจึงแสดงผลลัพธ์ทางหน้าจอ ถ้าข้อความนั้นมีตัวอักษรที่ไม่สามารถพล็อตได้ประกอบอยู่ ผู้ใช้จะต้องพิมพ์ข้อความอีกครั้ง

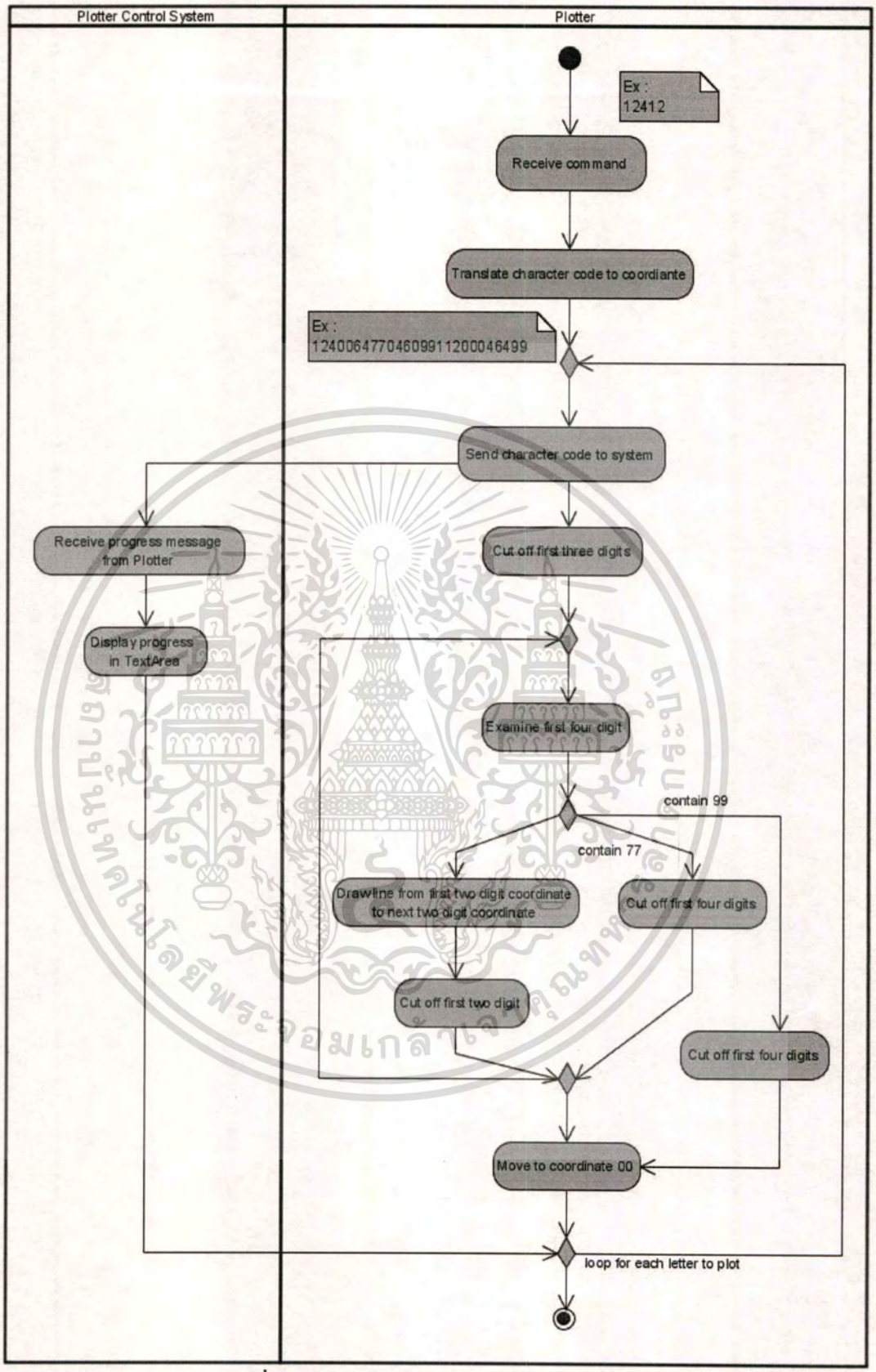
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการสั่งพล็อต

จากแอคทิวิตีไดอะแกรมของการสั่งพล็อตในรูปที่ 3.15 หลังจากที่ผู้ใช้ยืนยันข้อความเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้ก็จะคลิ๊กปุ่ม "Send" เมื่อระบบควบคุมพล็อตเตอร์ได้รับคำสั่ง ก็จะทำการพิจารณาประเภทของกระดาษที่ผู้ใช้เลือก ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกกระดาษธรรมดา จะใช้คำสั่งพล็อตที่มีรหัสคำสั่ง (message ID) เป็น 1 2 หรือ 3 และถ้าผู้ใช้เลือกกระดาษต่อเนื่อง จะใช้คำสั่งพล็อตที่มีรหัสคำสั่งเป็น 4 หรือ 5 ซึ่งรหัสคำสั่งแต่ละตัวมีความหมายดังที่ได้อธิบายไปแล้วในหน้าที่ 21 หลังจากนั้นระบบจะทำการแยกข้อความออกเป็นตัวอักษรแล้วทำการแปลงแต่ละตัวอักษรให้เป็นรหัสตัวอักษร จากนั้นทำการรวมรหัสตัวอักษรเข้ากับรหัสคำสั่งเป็นคำสั่งพล็อตพร้อมที่จะส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง แล้วทำการส่งคำสั่งนั้น ไปยังพล็อตเตอร์จำลองผ่านทางบลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการพล็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแอคทิวิตีไดอะแกรมของการพล็อตในรูปที่ 3.16 เมื่อพล็อตเตอร์จำลองได้รับคำสั่งที่ส่งมาจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์ พล็อตเตอร์จำลองจะทำการแปลงรหัสตัวอักษรของแต่ละตัวอักษรให้เป็นพิกัดที่ใช้ในการพล็อต แล้วนำมาเรียงต่อกัน ตัวอย่างเช่น คำสั่งพล็อตที่ได้รับคือ 12412 เป็นคำสั่งพล็อตที่ประกอบไปด้วย 2 ตัวอักษรคือ ตัว X (รหัสตัวอักษร 24) และตัว L (รหัสตัวอักษร 12) ซึ่งพล็อตเตอร์จำลองจะแปลงรหัสตัวอักษรเป็นลำดับพิกัดในการพล็อต โดยตัวอักษร X มีลำดับพิกัดในการพล็อตคือ 124006477046099 และตัวอักษร L มีลำดับพิกัดในการพล็อตคือ 11200046499 จากนั้นนำมาเรียงต่อกันจะได้ 124006477046099 11200046499 เมื่อได้ลำดับพิกัดในการพล็อตแล้วขั้นตอนในการพล็อตมีดังนี้

- ตรวจสอบสามหลักแรกของลำดับพิกัด จะได้เป็น 124 ซึ่งเป็นรหัสของตัวอักษร X แล้วทำการส่งรหัสนั้นกลับไปยังระบบเพื่อแจ้งให้ระบบรู้ว่าตอนนี้กำลังจะเริ่มพล็อตตัวอักษรใด เมื่อส่งแล้วจะตัดสามหลักนั้นออกไป

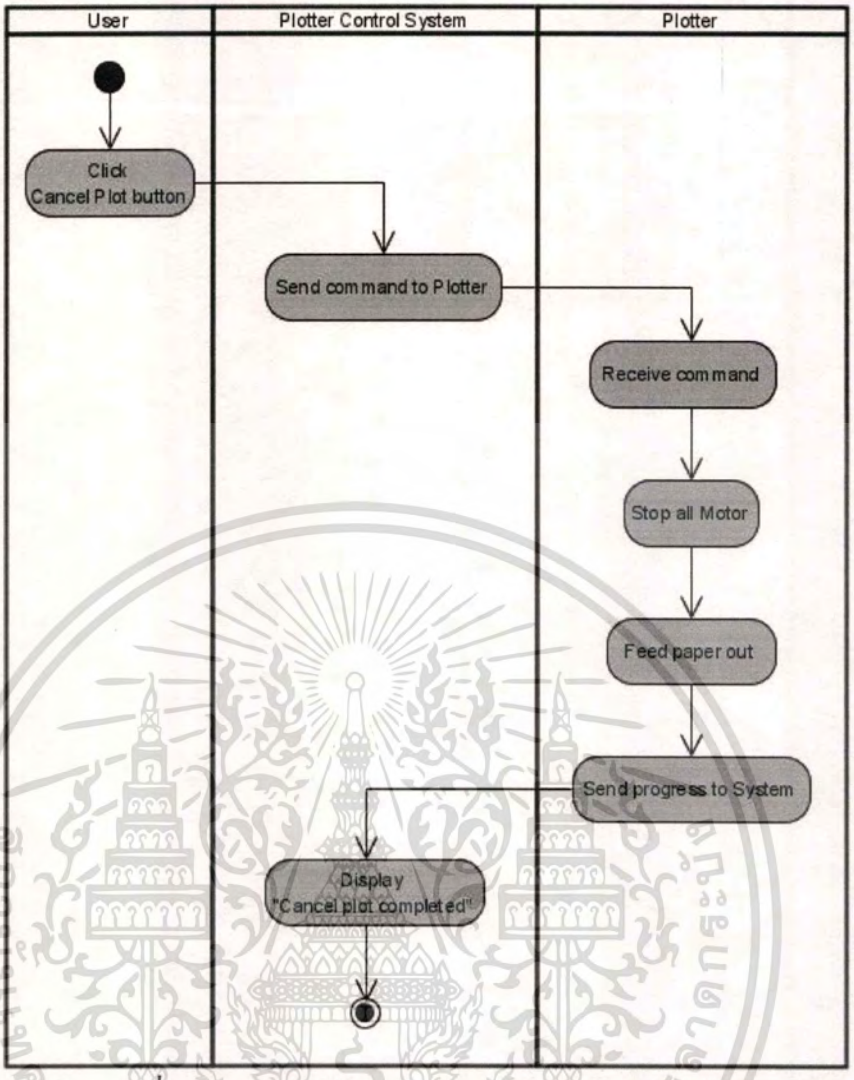
- ตรวจสอบสี่หลักแรก ซึ่งในขณะนี้คือ 0064 เข้ากรณีแรกคือ ไม่มี 77 และไม่มี 99 แสดงว่าพล็อตเตอร์จำลองจะต้องลากเส้นจากพิกัด (0,0) ไปยังพิกัด (6,4) เมื่อลากเสร็จแล้วจะทำการตัดสองหลักแรกออก

- ตรวจสอบสี่หลักแรกอีกครั้ง ในขณะนี้คือ 6477 เข้ากรณีที่ 2 คือมี 77 พล็อตเตอร์จำลองจะไม่ทำการลากเส้น เพียงแต่ตัดสี่หลักแรกออก

- ตรวจสอบสี่หลักแรกอีกครั้ง ในขณะนี้คือ 0460 เข้ากรณีแรก พล็อตเตอร์จำลองจะทำการลากเส้นจากพิกัด (0,4) ไปยังพิกัด (6,0) แล้วทำการตัดสองหลักแรกออก

- ตรวจสอบสี่หลักแรกอีกครั้ง ในขณะนี้คือ 6099 เข้ากรณีที่ 3 คือมี 99 แสดงว่าสิ้นสุดลำดับพิกัดของตัวอักษรแรก พล็อตเตอร์จำลองจะทำการตัดสี่หลักแรกออก แล้วเริ่มทำการพล็อตตัวอักษรต่อไปจนกว่าลำดับพิกัดจะหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

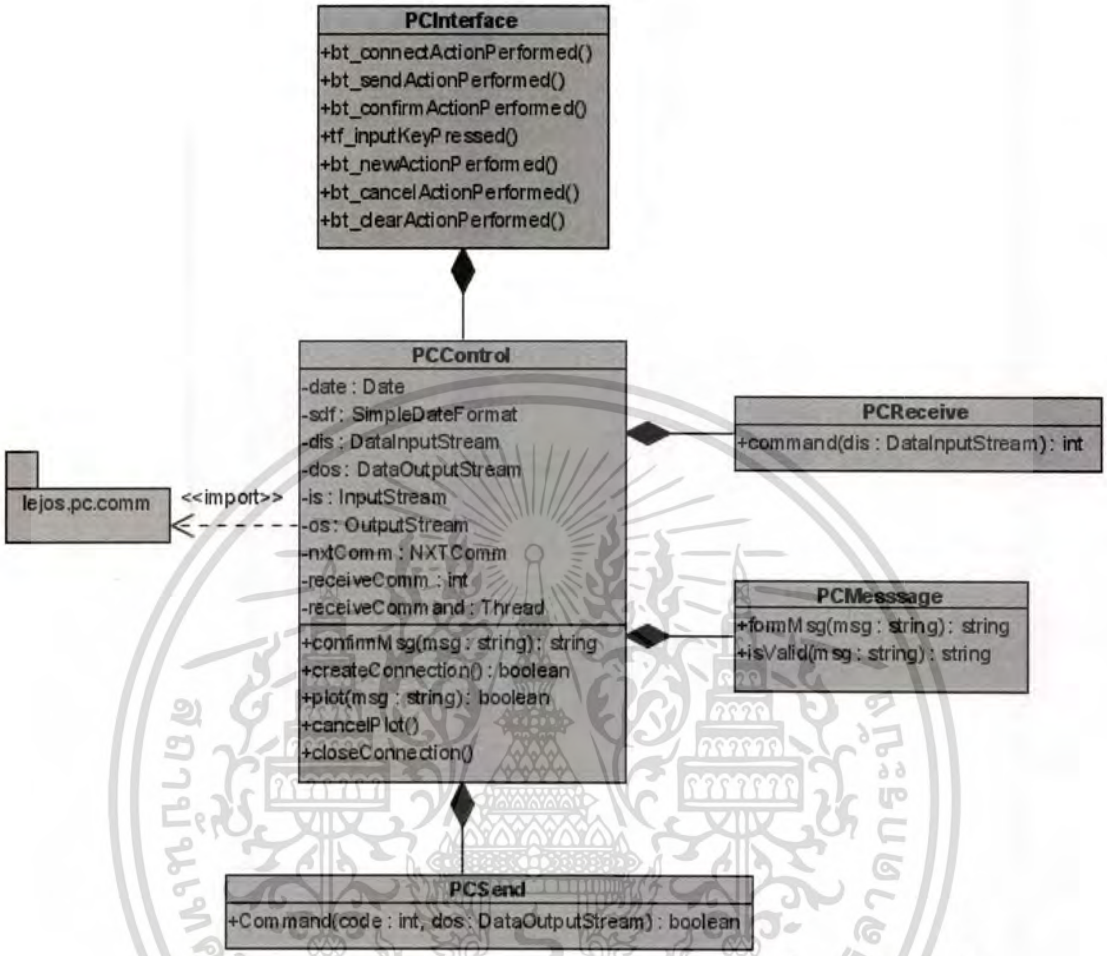


รูปที่ 3.17 แอคทิวิตีไดอะแกรมของการยกเลิกการพล็อต

จากแอคทิวิตีไดอะแกรมของการยกเลิกการพล็อตในรูปที่ 3.17 เมื่อผู้ใช้คลิ๊กที่ปุ่ม Cancel Plot ระบบจะทำการส่งคำสั่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง เมื่อพล็อตเตอร์จำลองได้รับคำสั่งจะสั่งให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดทำงาน และโหลดกระดาษออกจากเครื่อง จากนั้นจะทำการส่งข้อความเพื่อแจ้งให้ระบบรู้ว่าทำการยกเลิกการพล็อตเรียบร้อยแล้ว ระบบก็จะแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 คลาสไดอะแกรม



รูปที่ 3.18 คลาสไดอะแกรมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ฝั่งคอมพิวเตอร์

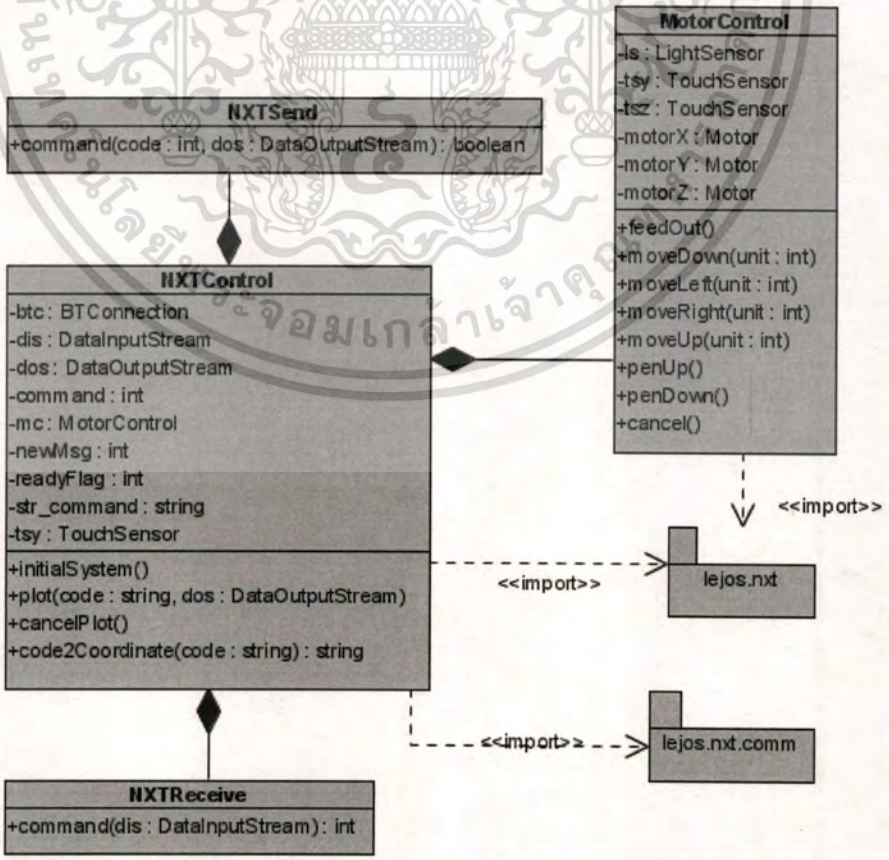
จากรูปที่ 3.18 ระบบควบคุมพล็อตเตอร์ในฝั่งคอมพิวเตอร์ ที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบ ประกอบไปด้วยคลาสต่างๆ ดัง ต่อไปนี้

- คลาส PCInterface เป็นคลาสที่ทำหน้าที่รับคำสั่งจากกผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้จะทำงานผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface)
- คลาส PCControl ทำหน้าที่เป็นคลาสทำงานหลักของระบบ โดยจะเป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานต่างๆ โดยมีเมธอดที่สำคัญหลักๆ ดังต่อไปนี้
  - เมธอด confirmMsg ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อความว่าสามารถพล็อตได้หรือไม่ โดยการเรียกใช้เมธอด isValid ของคลาส PCMessage
  - เมธอด createConnection ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อระหว่างระบบควบคุมพล็อตเตอร์ และพล็อตเตอร์จำลอง จากนั้นมีจะการสร้างเธรด (Thread) ใหม่เพื่อทำหน้าที่รอรับข้อความจากพล็อตเตอร์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมธอด plot ทำหน้าที่แปลงข้อความเป็นคำสั่งพล็อต โดยการเรียกใช้เมธอด formMsg ของคลาส PCMessage จากนั้นจึงส่งคำสั่งพล็อตไปยังพล็อตเตอร์จำลองผ่านบลูทูธ
- เมธอด cancelPlot ทำหน้าที่ส่งคำสั่งยกเลิกการพล็อตไปยังพล็อตเตอร์จำลองเมื่อผู้ใช้คลิ๊กปุ่ม Cancel
- เมธอด closeConnection ทำหน้าที่ส่งคำสั่งให้พล็อตเตอร์จำลองตัดการเชื่อมต่อกับระบบควบคุมพล็อตเตอร์ ซึ่งจะมีการเรียกใช้เมธอดนี้เมื่อผู้ใช้ปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์เท่านั้น

- คลาส PCMessage เป็นคลาสที่ทำงานเกี่ยวข้องกับข้อความ คือ ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อความ และแปลงข้อความเพื่อเป็นคำสั่งพล็อตเพื่อส่งไปยังพล็อตเตอร์
- คลาส PCSend เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ส่งคำสั่งไปยังพล็อตเตอร์จำลองในรูปแบบของตัวเลข
- คลาส PCReceive เป็นคลาสที่ทำหน้าที่รอรับข้อความจากพล็อตเตอร์จำลอง
- แพ็คเกจ lejos.pc.comm เป็นเอพีไอ (API) ภาษาจาวาที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารด้วยบลูทูธ ระหว่างคอมพิวเตอร์และชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที



รูปที่ 3.19 คลาสไดอะแกรมของระบบควบคุมพล็อตเตอร์ฝั่งพล็อตเตอร์จำลอง

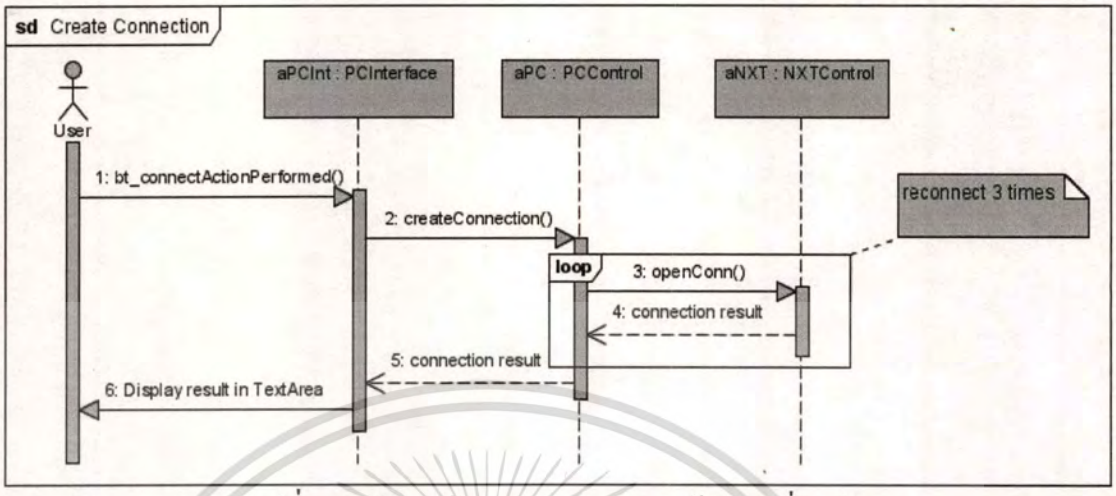
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 ระบบควบคุมพล็อตเตอร์ในฝั่งพล็อตเตอร์จำลอง ที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบ ประกอบไปด้วยคลาสต่างๆ ดัง ต่อไปนี้

- คลาส NXTControl ทำหน้าที่เป็นคลาสทำงานหลักของพล็อตเตอร์ โดยเป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานต่างๆ โดยมีเมธอดที่สำคัญหลักๆ ดังต่อไปนี้
  - เมธอด initialSystem ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้น สำหรับมอเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของพล็อตเตอร์จำลอง
  - เมธอด plot ทำหน้าที่พล็อตตัวอักษรตามคำสั่งพล็อตที่ได้จากระบบควบคุมพล็อตเตอร์ ขั้นตอนการพล็อตเป็นไปตามที่ได้อธิบายในแอคทิวิตีไดอะแกรมของการพล็อตในหน้า 30 และ 31 ซึ่งในการแปลงรหัสตัวอักษรเป็นพิกัดจะเรียกใช้เมธอด code2Coordinate และในการสั่งการมอเตอร์จะเรียกใช้เมธอดในคลาส MotorControl
  - เมธอด cancelPlot ทำหน้าที่ยกเลิกการพล็อตตามที่ผู้ใช้สั่งผ่านทางระบบควบคุมพล็อตเตอร์
  - เมธอด code2Coordinate ทำหน้าที่ในการแปลงรหัสตัวอักษร เป็นพิกัดตัวอักษรที่ใช้ในการพล็อต
- คลาส MotorControl ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวให้ทำงานสัมพันธ์กัน
- คลาส NXTSend ทำหน้าที่ในการส่งข้อความไปยังระบบควบคุมพล็อตเตอร์ฝั่งคอมพิวเตอร์
- คลาส NXTReceive เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ในการรอรับคำสั่งที่จะส่งมาจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์ฝั่งคอมพิวเตอร์
- แพ็คเกจ lejos.nxt.comm เป็นเอพีไอภาษาจาวาที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารด้วยบลูทูธระหว่างคอมพิวเตอร์และชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที

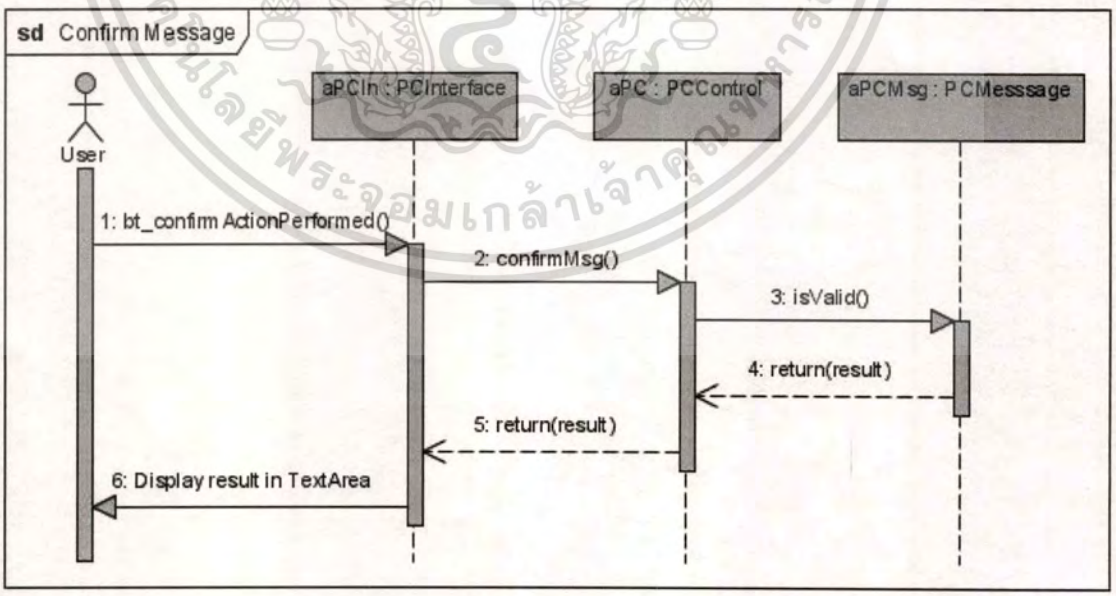
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ซีเควนไดอะแกรม



รูปที่ 3.20 ซีเควนไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อ

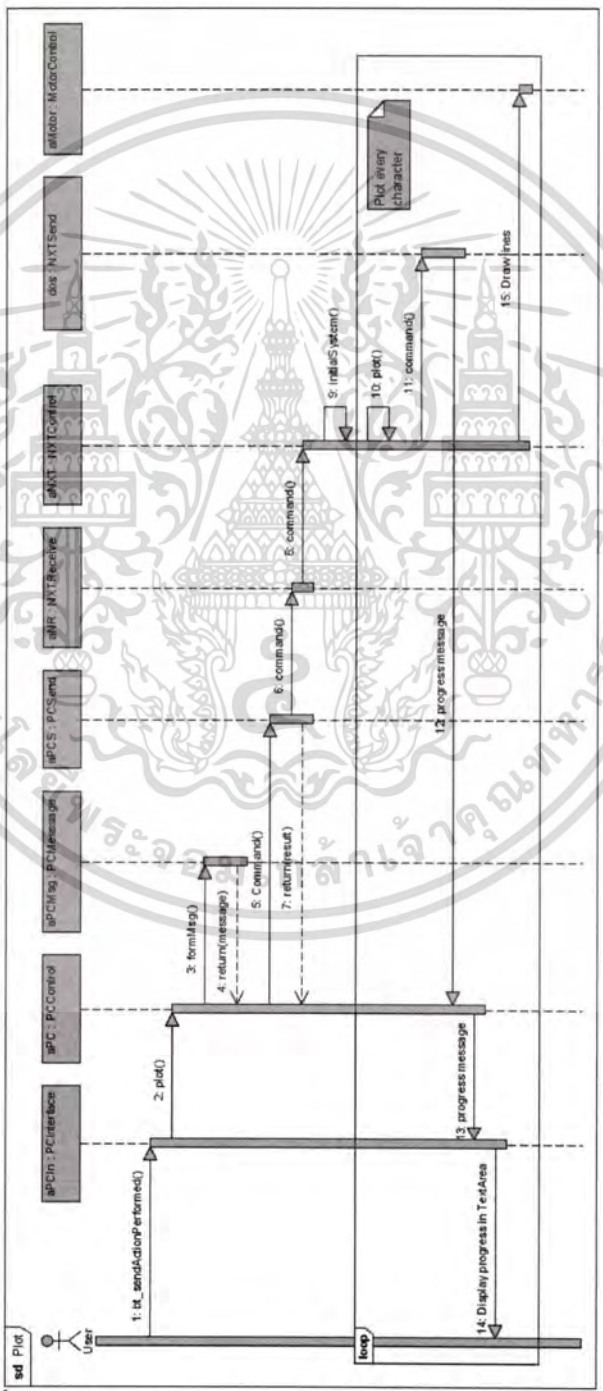
จากซีเควนไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อในรูปที่ 3.20 เมื่อผู้ใช้คลิ๊กปุ่ม “Connect” จะเป็นการกระตุ้นให้เมธอด (Method) bt_connectActionPerformed ของคลาส PCInterface ทำงาน ซึ่งจะส่งต่อให้กับคลาส PCControl ควบคุมการทำงานของระบบ คลาส PCControl จะทำการสร้างการเชื่อมต่อไปยังคลาสคลาส NXTControl ที่ฝั่งพล็อตเตอร์จำลอง ถ้าไม่สามารถเชื่อมต่อได้ จะลองเชื่อมต่อใหม่อีก 3 ครั้ง ซึ่งผู้ใช้จะต้องกดปุ่ม “Connect” อีกครั้งในการเชื่อมต่อใหม่



รูปที่ 3.21 ซีเควนไดอะแกรมของการยืนยันข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากซีเควนไดอะแกรมของการยืนยันข้อความ ในรูปที่ 3.21 เมื่อผู้ใช้คลิ๊กปุ่ม “Confirm” จะเป็นการกระตุ้นให้เมธอด bt_confirmActionPerformed ของคลาส PCInterface ทำงาน จากนั้นจะส่งต่อให้คลาส PCControl ควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งคลาส PCControl จะทำการเรียกเมธอด isValid() ของคลาส PCMessage เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อความที่ผู้ใช้ส่งเข้ามาในระบบ เมื่อได้ผลของการตรวจสอบมาแล้ว ก็จะส่งกลับไปให้คลาส PCInterface เพื่อทำการแจ้งผลลัพธ์แก่ผู้ใช้



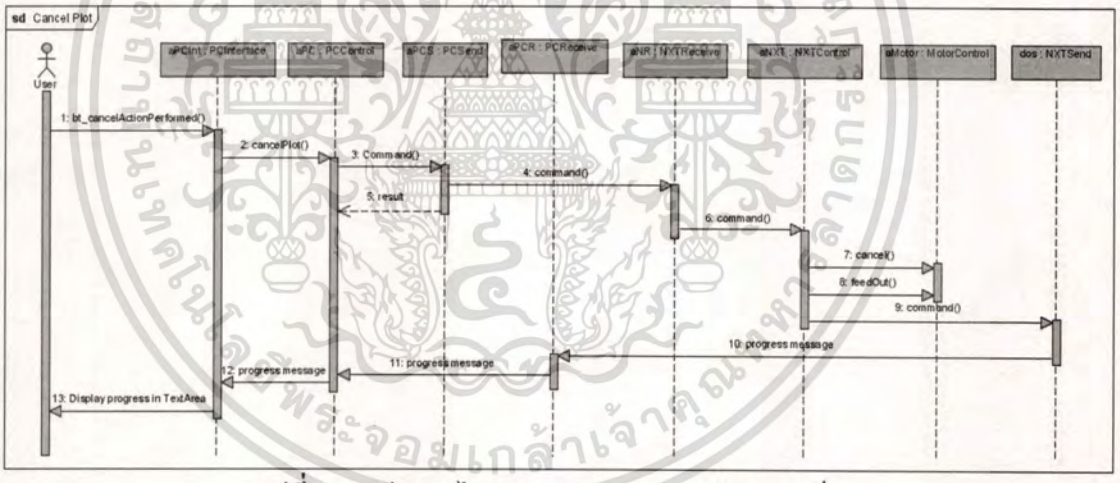
รูปที่ 3.22 ซีเควนไดอะแกรมของการสั่งพล็อตและการพล็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากซีเควนไดอะแกรมของการสั่งพล็อตและการพล็อตในรูปที่ 3.22 เมื่อผู้ใช้คลิ๊กที่ปุ่ม “Send” จะเป็นการกระตุ้นให้เมธอด bt_sendActionPerformed ของคลาส PCInterface ทำงาน จากนั้นส่งต่อให้คลาส PCControl ควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งคลาส PCControl จะทำการเรียกเมธอด formMsg() ของคลาส PCMessage เพื่อทำการแปลงข้อความที่ผู้ใช้ต้องการพล็อต ให้เป็นคำสั่งที่ใช้ในการส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง จากนั้นคลาส PCControl ก็จะส่งข้อความไปยังพล็อตเตอร์จำลอง โดยการเรียกใช้คลาส PCSend

ที่ฝั่งพล็อตเตอร์จำลองจะมีคลาส NXTControl ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำการของพล็อตเตอร์ โดยการเรียกใช้คลาส Plotter เพื่อแปลและแยกส่วนคำสั่ง และคลาส MotorControl ในการควบคุมการวาดเส้นของพล็อตเตอร์ ในขณะที่จะเริ่มพล็อตตัวอักษรใดๆ คลาส NXTControl ก็จะมีการส่งข้อความไปยังระบบผ่านทางคลาส NXTSend

เมื่อคลาส PCControlได้รับข้อความจากพล็อตเตอร์จำลอง ก็จะแสดงความคืบหน้าแก่ผู้ใช้ผ่านทางคลาส PCInterface



รูปที่ 3.23 ซีเควนไดอะแกรมของการยกเลิกการพล็อต

จากซีเควนไดอะแกรมของการยกเลิกการพล็อตในรูปที่ 3.23 เมื่อผู้ใช้คลิ๊กที่ปุ่ม “Cancel Plot” จะเป็นการกระตุ้นให้เมธอด bt_cancelActionPerformed ของคลาส PCInterface ทำงาน ซึ่งจะส่งต่อให้คลาส PCControl ควบคุมการทำงาน คลาส PCControl จะส่งคำสั่งไปยังคลาส NXTControl ผ่านทางออบเจ็กต์ dos เมื่อคลาส NXTControl ได้รับจะเรียกใช้คลาส Plotter เพื่อแปลคำสั่ง แล้วทำการสั่งให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดการทำการ และโหลดกระดาษออกโดยการเรียกใช้คลาส MotorControl เมื่อเสร็จแล้วคลาส NXTControl จะส่งข้อความแจ้งไปยังระบบควบคุมพล็อตเตอร์ผ่านทางคลาส NXTSend และ PCReceive ซึ่งคลาส PCControl จะแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้ผ่านทางคลาส PCInterface ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทำงานของระบบ

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมพล็อตเตอร์ และพล็อตเตอร์จำลองในบทที่ 3 ในบทนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานและพฤติกรรมของระบบ ตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ดังกล่าว

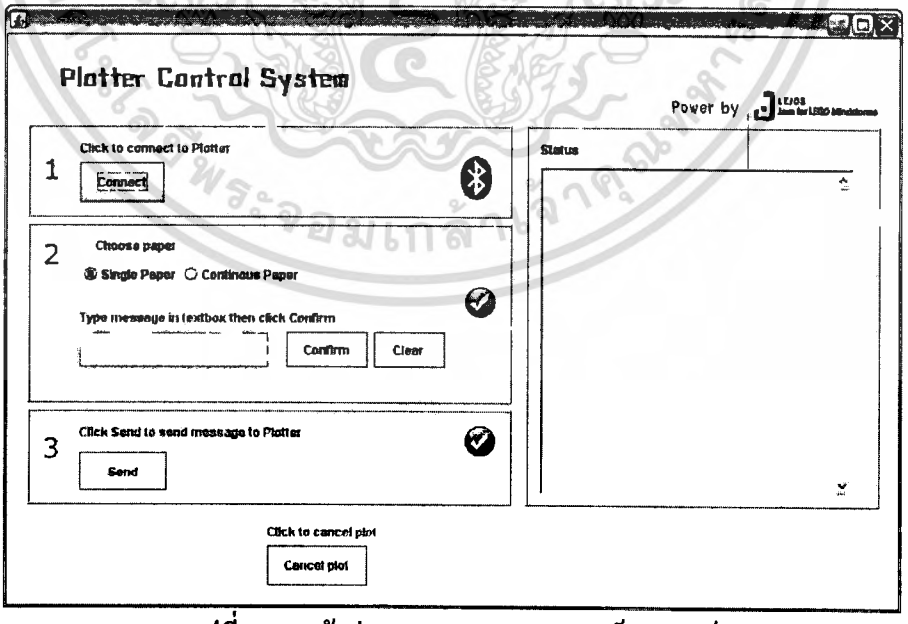
4.1 การสั่งงานพล็อตเตอร์จำลองจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์

ระบบควบคุมพล็อตเตอร์ทำหน้าที่ในการรับข้อความและคำสั่งจากผู้ใช้ เพื่อนำมาประมวลผลและส่งคำสั่งพล็อตไปยังพล็อตเตอร์จำลอง ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนการทำงานมีดังต่อไปนี้

4.1.1 การสั่งพล็อตบนกระดาษแผ่นเดียว

ในการพล็อตลงบนกระดาษแผ่นเดียวนั้น พล็อตเตอร์จำลองสามารถพล็อตได้ 6 ตัวอักษรต่อกระดาษ 1 แผ่น ถ้าข้อความนั้นยาวไม่เกิน 6 ตัวอักษร ระบบจะแสดงข้อความเพื่อถามผู้ใช้ว่าต้องการจะพล็อตตัวอักษรให้ครบ 6 ตัว หรือไม่ ซึ่งขั้นตอนในการสั่งพล็อตมีดังต่อไปนี้

1. เปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์ ซึ่งหน้าต่างของระบบควบคุมพล็อตเตอร์เป็นดังรูปที่ 4.1



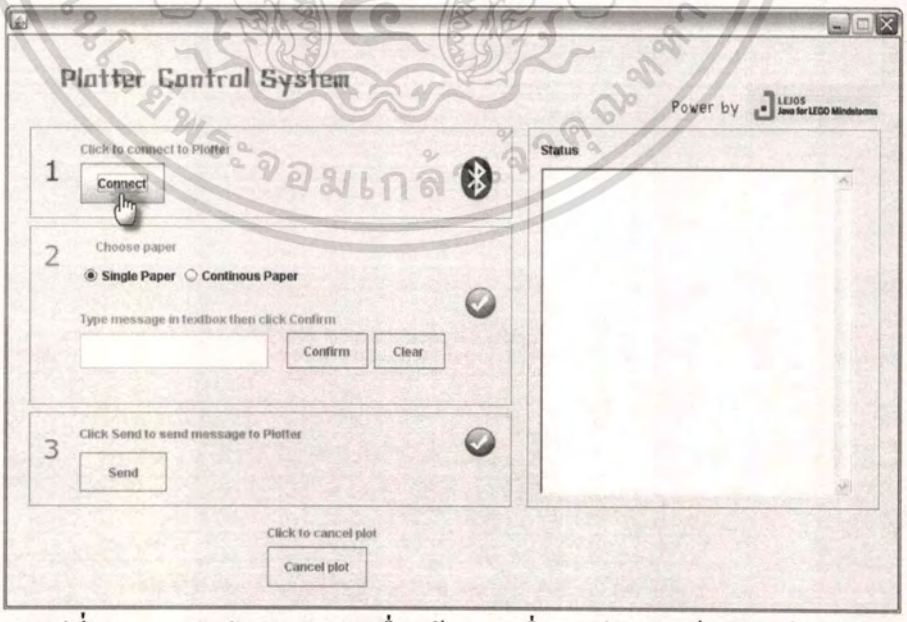
รูปที่ 4.1 หน้าต่างของระบบควบคุมพล็อตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดเครื่องพล็อตเตอร์จำลอง โดยกดปุ่มสีส้มเพื่อเปิดเครื่อง จากนั้นเลือกเมนูไปที่ “Run Default” แล้วกดปุ่มสีส้มอีกครั้ง เมื่อเปิดพล็อตเตอร์จำลองเสร็จเรียบร้อย จะปรากฏข้อความ “waiting…” บนหน้าจอพล็อตเตอร์จำลอง แสดงในรูปที่ 4.2

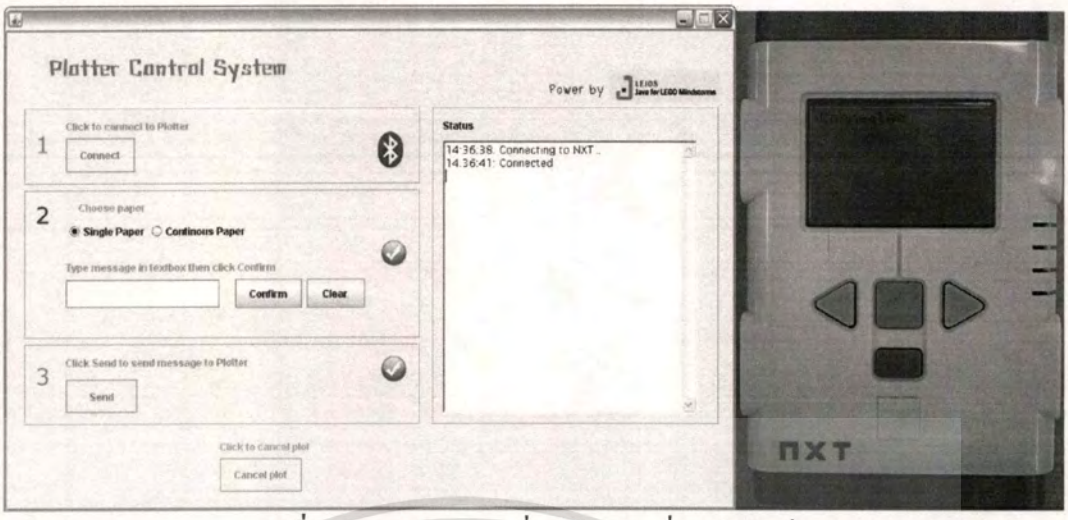
รูปที่ 4.2 หน้าจอของพล็อตเตอร์จำลองเมื่อเปิดเครื่องเรียบร้อย

3. คลิ๊กปุ่ม Connect ดังแสดงในรูปที่ 4.3 เพื่อสร้างการเชื่อมต่อไปยังพล็อตเตอร์จำลอง เมื่อเชื่อมต่อได้แล้ว ระบบจะแสดงข้อความ Connected ที่ฝั่งพล็อตเตอร์จำลองจะแสดงข้อความ Connected บนหน้าจอ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 การกดปุ่ม Connect เพื่อสร้างการเชื่อมต่อไปยังพล็อตเตอร์จำลอง

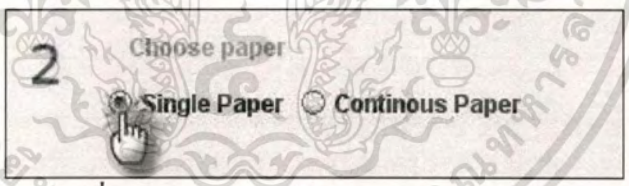
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



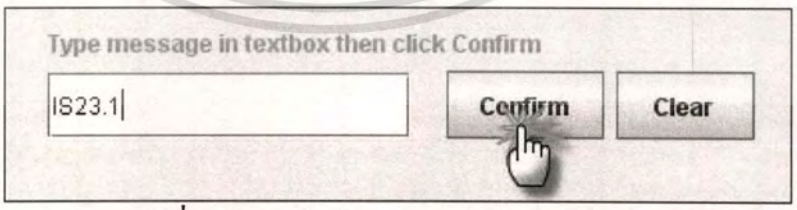
รูปที่ 4.4 การแสดงผลเมื่อสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ

ในกรณีที่ไม่สามารถเชื่อมต่อได้ในครั้งแรก ระบบจะทำการเชื่อมต่อซ้ำอีก 3 ครั้ง ถ้าไม่สามารถเชื่อมต่อได้ ระบบจะแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้ให้ตรวจสอบสาเหตุ พร้อมทั้งคลิ๊กปุ่ม Connect อีกครั้ง

4. เลือกกระดาษว่าต้องการพล็อตลงกระดาษแบบ Single Paper (กระดาษแผ่นเดียว) ดังรูปที่ 4.5 จากนั้นพิมพ์ข้อความ (เช่น IS23.1 เป็นต้น) ลงในกล่องข้อความแล้วกดปุ่ม Confirm ขั้นตอนดังกล่าวแสดงในรูปที่ 4.6



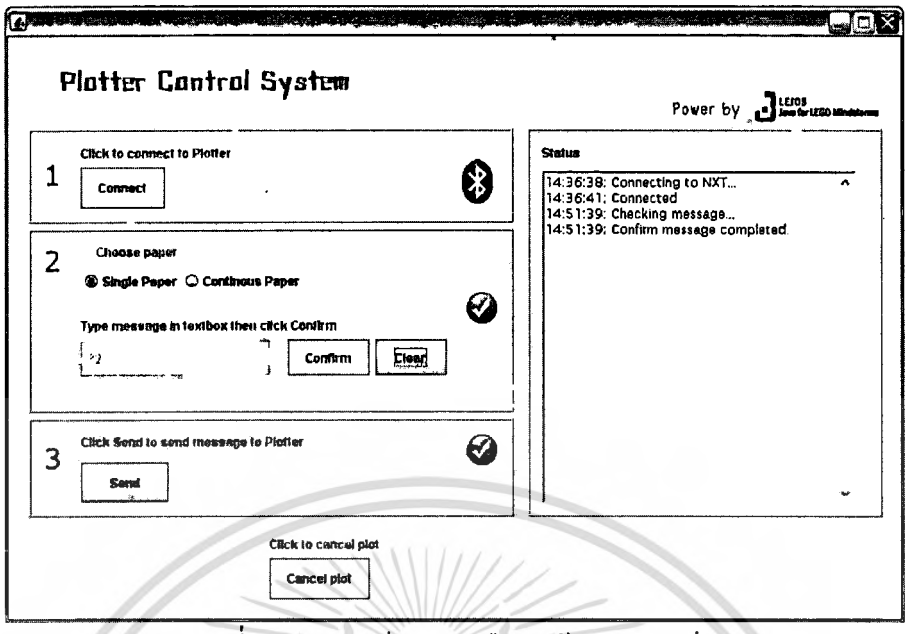
รูปที่ 4.5 การเลือกพล็อตบนกระดาษแผ่นเดียว



รูปที่ 4.6 การพิมพ์ข้อความ และยืนยันข้อความ

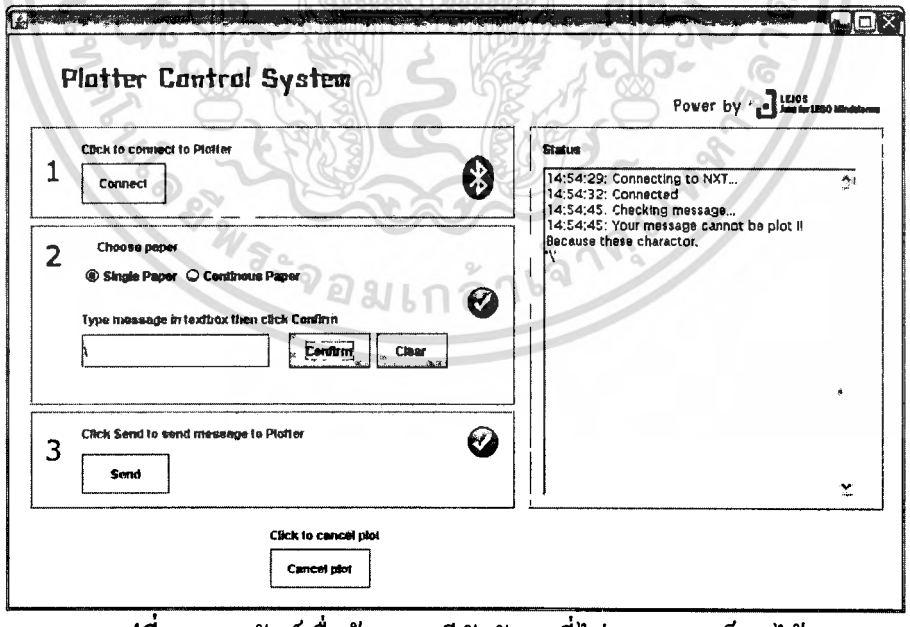
เมื่อระบบควบคุมพล็อตเตอร์ยืนยันข้อความสำเร็จ จะแสดงข้อความดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลลัพธ์หลังจากยืนยันข้อความสำเร็จ

ในกรณีที่ข้อความมีตัวอักษรที่ไม่สามารถพล็อตได้ ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ พร้อมทั้งระบุตัวอักษรที่ไม่สามารถพล็อตได้ ดังรูปที่ 4.8 ซึ่งผู้ใช้จะต้องพิมพ์ข้อความใหม่อีกครั้ง (เริ่มทำตามขั้นตอนที่ 4 อีกครั้ง)

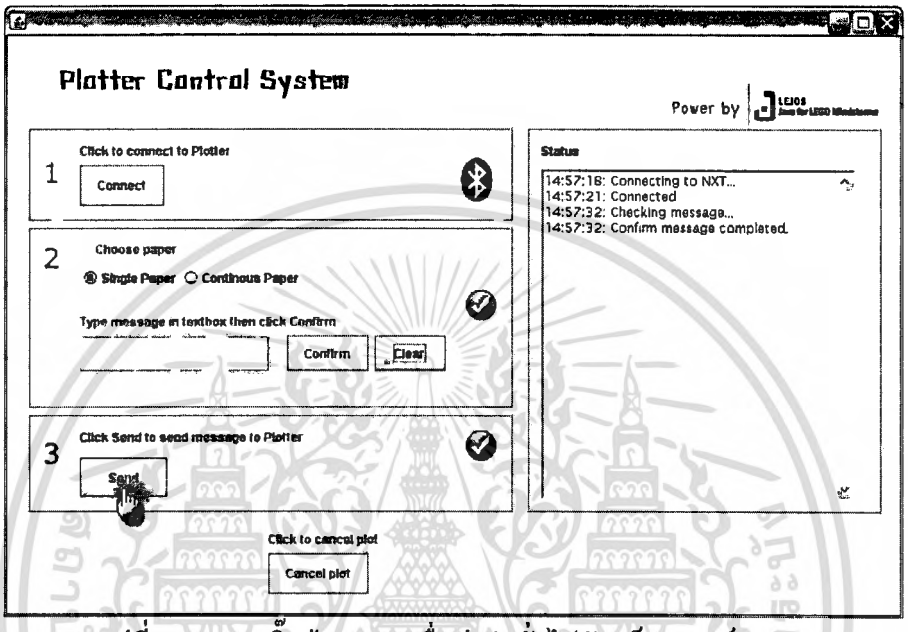


รูปที่ 4.8 ผลลัพธ์เมื่อข้อความมีตัวอักษรที่ไม่สามารถพล็อตได้

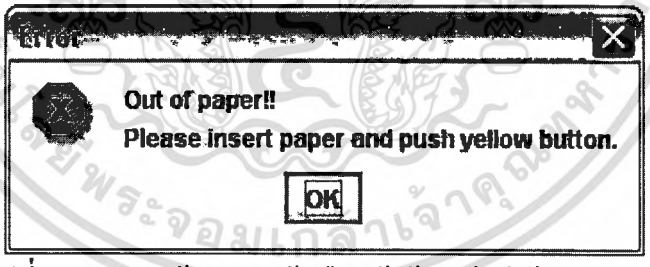
ถ้าต้องการแก้ไขข้อความที่ได้ยืนยันไปแล้ว คลิ๊กปุ่ม Clear จากนั้นจึงเริ่มทำตามขั้นตอนที่ 4 อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คลิ๊กปุ่ม Send ดังรูปที่ 4.9 เพื่อทำการส่งคำสั่งพล็อตไปยังพล็อตเตอร์จำลอง ซึ่งพล็อตเตอร์จำลองจะเริ่มทำการพล็อตทันที แต่ในกรณีที่พล็อตเตอร์จำลองตรวจสอบได้ว่า ผู้ใช้ยังไม่ได้ใส่กระดาษก็จะแสดงข้อความเตือนผู้ใช้ดังรูปที่ 4.10 และเมื่อใส่กระดาษเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่มสีส้มที่เอนเอ็กซ์ที (ดังรูปที่ 4.11) เพื่อเริ่มทำการพล็อต

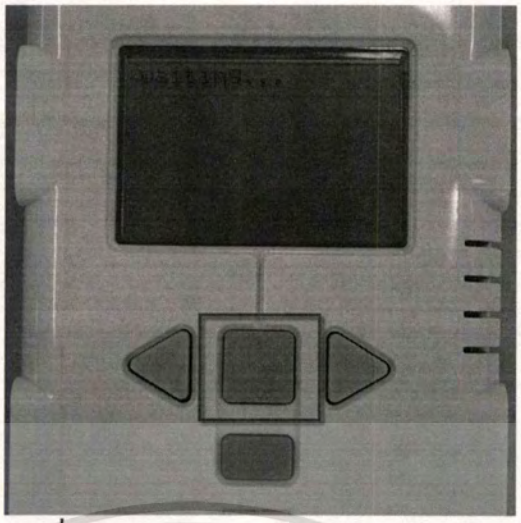


รูปที่ 4.9 การคลิ๊กปุ่ม Send เพื่อส่งคำสั่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง



รูปที่ 4.10 กล่องข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ว่ายังไม่ได้ใส่กระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

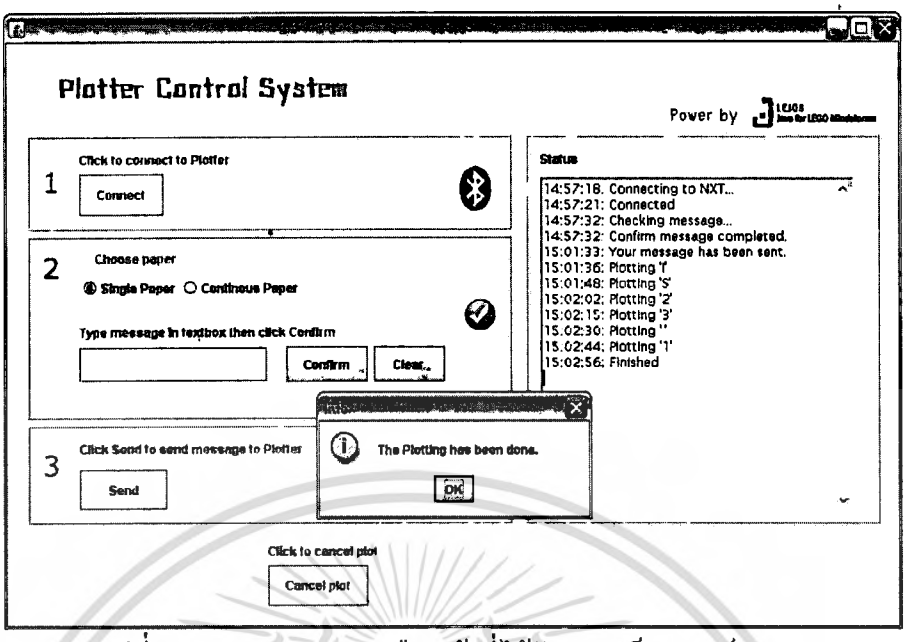


รูปที่ 4.11 ปุ่มยืนยันการใส่กระดาษเรียบร้อย

6. ในขณะที่พล็อตเตอร์จำลองทำการพล็อตข้อความ จะมีการแสดงความคืบหน้าโดยการแสดงข้อความบนหน้าจอว่า Plotting ตามด้วยตัวอักษรที่กำลังทำการพล็อต ดังรูปที่ 4.12 และมีการส่งข้อความแจ้งความคืบหน้าแจ้งมายังระบบควบคุมพล็อตเตอร์ และเมื่อพล็อตเสร็จก็จะส่งข้อความแจ้งระบบว่าทำการพล็อตเสร็จแล้วเพื่อให้ระบบควบคุมพล็อตเตอร์แจ้งแกผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.13

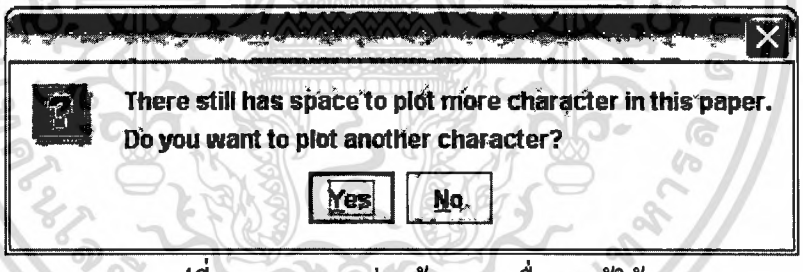
รูปที่ 4.12 การแสดงความคืบหน้าบนหน้าจอเอนเอ็กซ์ที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การแสดงความคืบหน้าที่ได้รับจากพล็อตเตอร์จำลอง

7. ในกรณีที่ข้อความยาวไม่เกิน 6 ตัวอักษร ระบบจะแสดงกล่องข้อความเพื่อถามผู้ใช้ว่าต้องการพล็อตให้ครบ 6 ตัวอักษรหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 4.14



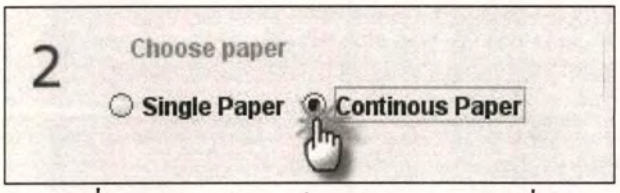
รูปที่ 4.14 แสดงกล่องข้อความเพื่อถามผู้ใช้

ถ้าผู้ใช้ต้องการพล็อตต่อ ให้ตอบ Yes ซึ่งระบบจะอนุญาตให้พิมพ์ข้อความอีกครั้ง โดยที่จำนวนตัวอักษรที่ผู้ใช้พิมพ์ได้นั้น จะรวมกับข้อความเดิมแล้วไม่เกิน 6 ตัวอักษร ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการพล็อตต่อ ให้ตอบ No

4.1.2 การสั่งพล็อตบนกระดาษต่อเนื่อง

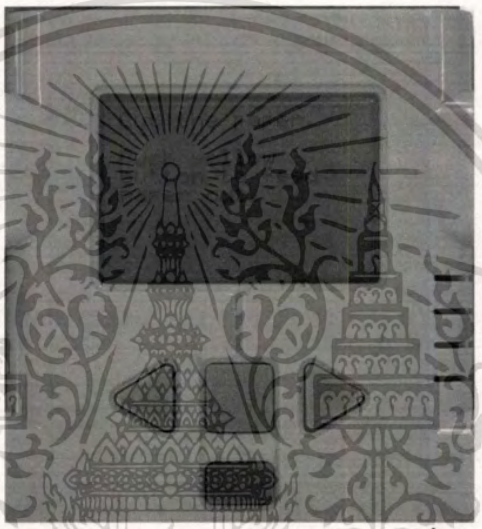
การพล็อตบนกระดาษต่อเนื่องจะมีขั้นตอนที่แตกต่างจากการพล็อตบนกระดาษแผ่นเดียว คือ ผู้ใช้จะต้องเลือกกระดาษต่อเนื่องในขั้นตอนที่ 2 ดังรูปที่ 4.15 ซึ่งกระดาษต่อเนื่องสามารถพิมพ์ข้อความได้ไม่จำกัดความยาว พล็อตเตอร์จำลองจะมีการตรวจสอบกระดาษทุกครั้งที่พล็อตตัวอักษรหนึ่งๆ เสร็จ ถ้าพบว่ากระดาษหมดก็จะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ดังเช่นที่กล่าวมาแล้ว เมื่อผู้ใช้ใส่กระดาษและกดปุ่มสีส้ม พล็อตเตอร์ก็จะทำการพล็อตต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

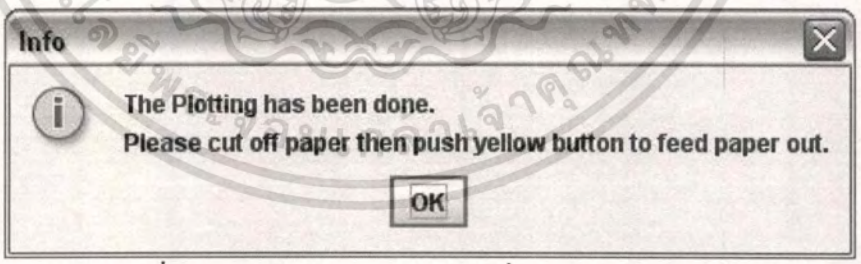


รูปที่ 4.15 การเลือกพล็อตบนกระดาษต่อเนื่อง

เมื่อพล็อตเตอร์จำลองทำการพล็อตเสร็จ จะแสดงข้อความบนหน้าจอดังรูปที่ 4.16 พร้อมทั้งส่งข้อความแจ้งระบบให้แสดงกล่องข้อความแจ้งผู้ใช้ว่าทำการพล็อตเสร็จแล้ว ให้ผู้ใช้ตัดกระดาษแล้วกดปุ่มสีส้มเพื่อนำกระดาษออก ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 ข้อความแสดงบนหน้าจอเอนเอ็กซ์ทีเมื่อพล็อตสำเร็จ

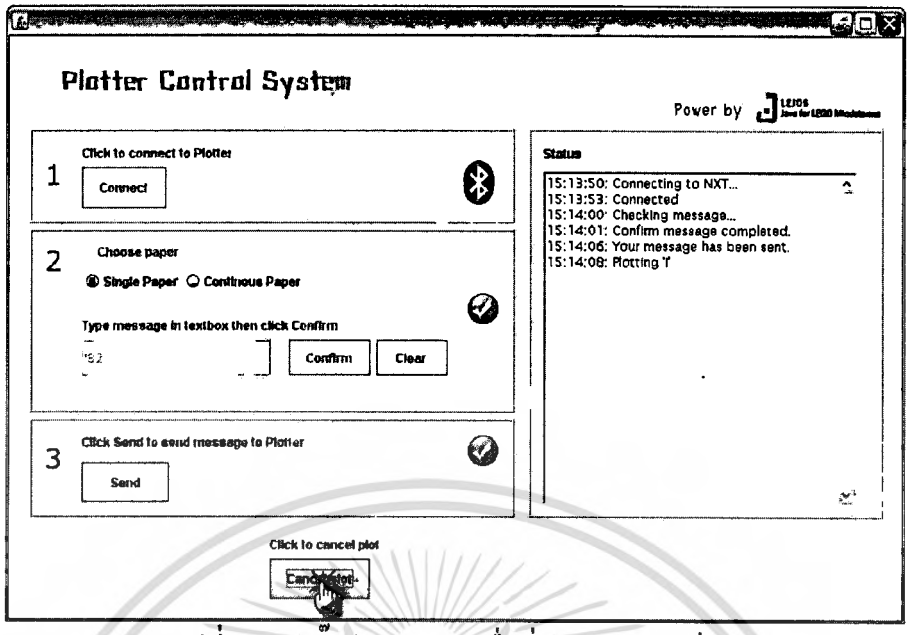


รูปที่ 4.17 กล่องข้อความแจ้งผู้ใช้เมื่อทำการพล็อตสำเร็จ

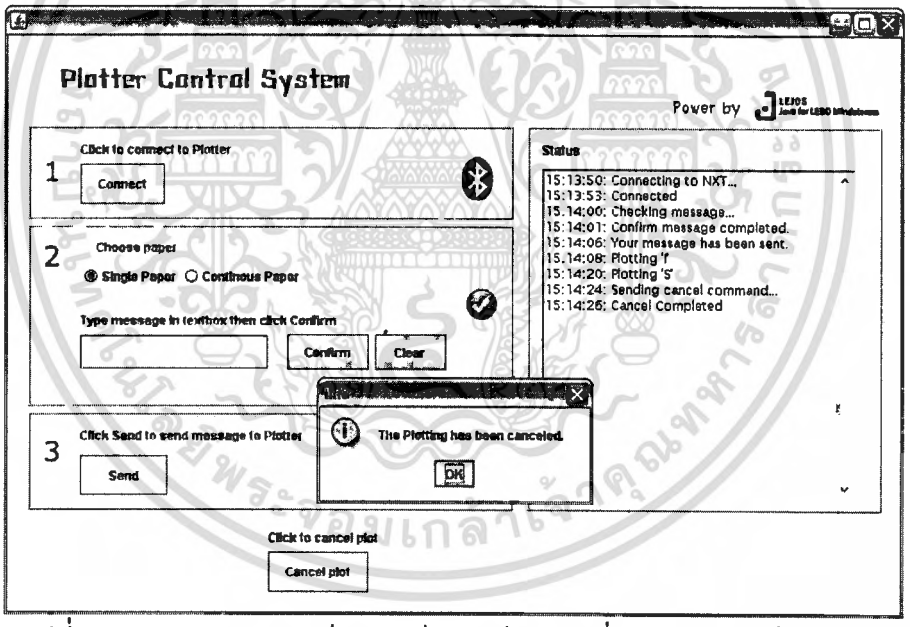
4.1.3 การสั่งยกเลิกการพล็อต

ขณะที่พล็อตเตอร์จำลองทำการพล็อตอยู่นั้น ผู้ใช้สามารถสั่งยกเลิกการพล็อตข้อความนั้นได้ โดยการคลิ๊กที่ปุ่ม Cancel ดังรูปที่ 4.18 ซึ่งระบบควบคุมพล็อตเตอร์จะส่งคำสั่งยกเลิกการพล็อตไปยังพล็อตเตอร์จำลอง เมื่อพล็อตเตอร์จำลองได้รับคำสั่งจะหยุดพล็อตและส่งข้อความกลับไปยังระบบควบคุมพล็อตเตอร์ ดังรูปที่ 4.19 เพื่อแจ้งว่าได้ทำการยกเลิกการพล็อตเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 คลิกปุ่ม Cancel เพื่อสั่งยกเลิกการพล็อต



รูปที่ 4.19 ระบบควบคุมพล็อตเตอร์แสดงข้อความเมื่อยกเลิกการพล็อตสำเร็จ

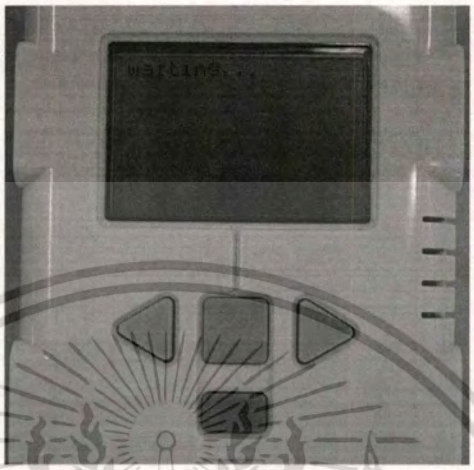
4.2 พฤติกรรมของระบบเมื่อเกิดข้อผิดพลาดด้านการเชื่อมต่อด้วยบลูทูธ

จากการวิเคราะห์ในด้านการเชื่อมต่อด้วยบลูทูธระหว่างระบบควบคุมพล็อตเตอร์กับพล็อตเตอร์จำลอง การเชื่อมต่อมีโอกาสที่จะเกิดการขาดหายของสัญญาณได้ 3 กรณี คือ เมื่อปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์ เมื่อระบบควบคุมพล็อตเตอร์ปิดสัญญาณบลูทูธ และเมื่อปิดพล็อตเตอร์จำลอง ซึ่งพฤติกรรมของระบบที่จะตอบสนองข้อผิดพลาดดังกล่าว เป็นดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 กรณีปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์

เมื่อผู้ใช้ปิดระบบควบคุมพล็อตเตอร์ ระบบจะทำการส่งคำสั่งไปยังพล็อตเตอร์จำลองให้ทำการตัดการเชื่อมต่อ ซึ่งจะส่งผลให้พล็อตเตอร์จำลองอยู่ในสถานะรอการเชื่อมต่อจากระบบ โดยจะแสดงหน้าจอเป็นดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 หน้าจอเอนเอ็กซ์ทีขณะอยู่ในสถานะรอการเชื่อมต่อ

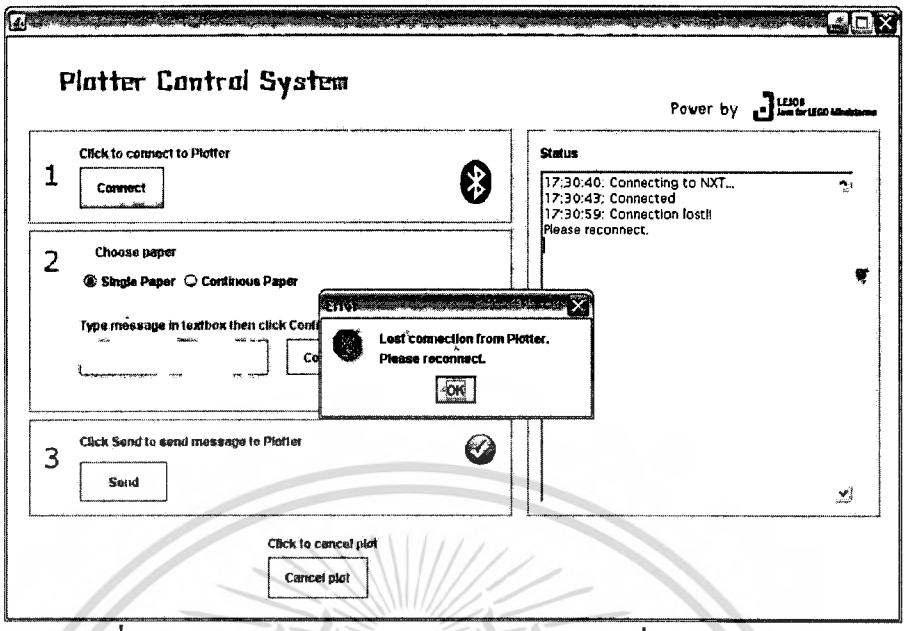
4.2.2 กรณีเกิดข้อผิดพลาดเมื่อระบบควบคุมพล็อตเตอร์ปิดบลูทูธ

เมื่อเกิดกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ระบบควบคุมพล็อตเตอร์ทำงานอยู่ปิดบลูทูธ ไม่ว่าจะโดยอุบัติเหตุหรือโดยเจตนา จะทำให้การเชื่อมต่อกับพล็อตเตอร์จำลองตัดขาด ซึ่งเมื่อพล็อตเตอร์จำลองตรวจพบว่าการเชื่อมต่อถูกตัดขาดก็จะเปลี่ยนสถานะมาเป็นสถานะรอการเชื่อมต่อ

4.2.3 กรณีเกิดข้อผิดพลาดเมื่อปิดพล็อตเตอร์จำลอง

ในกรณีที่พล็อตเตอร์จำลองถูกปิดหรือแบตเตอรี่หมด จะทำให้การเชื่อมต่อกับระบบควบคุมพล็อตเตอร์ถูกตัดขาด เมื่อระบบตรวจพบว่าการเชื่อมต่อถูกตัดขาดก็จะแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.21 และผู้ใช้จะต้องทำการสร้างการเชื่อมต่ออีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนหลังการเชื่อมต่อถูกตัดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการพัฒนาระบบ

5.1 สรุปผลโครงการ

จากการวิเคราะห์ออกแบบ และพัฒนาระบบควบคุมพล็อตเตอร์ และพล็อตเตอร์จำลอง เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบฝังตัว โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุในการพัฒนาระบบฝังตัว มีการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมพล็อตเตอร์ และซอฟต์แวร์ควบคุมพล็อตเตอร์จำลอง รวมทั้งออกแบบและพัฒนาโครงสร้างของพล็อตเตอร์จำลอง เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการของระบบที่ได้วิเคราะห์ไว้ในตอนต้น จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมพล็อตเตอร์ทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจากผู้ใช้ในการสร้างการเชื่อมต่อไปยังพล็อตเตอร์จำลอง รับข้อความที่ผู้ใช้ต้องการพล็อต ยืนยันข้อความ และแปลงข้อความเป็นคำสั่งพล็อตเพื่อส่งไปยังพล็อตเตอร์จำลอง เมื่อพล็อตเตอร์จำลองได้รับคำสั่งพล็อตก็จะทำการแปลงคำสั่งพล็อตให้เป็นพิกัดตัวอักษรที่ใช้ในการพล็อต ตรวจสอบว่าผู้ใช้ได้ใส่กระดาษหรือไม่ ถ้าไม่ใส่พล็อตเตอร์จำลองจะแจ้งเตือนผู้ใช้โดยการส่งคำสั่งให้ระบบควบคุมพล็อตเตอร์แสดงกล่องข้อความแจ้งผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้จะต้องใส่กระดาษและกดที่ปุ่มสีส้มที่เอนเอ็กซ์ทีเพื่อสั่งให้พล็อตเตอร์จำลองเริ่มทำการพล็อต ก่อนที่จะเริ่มการพล็อตแต่ละตัวอักษรพล็อตเตอร์จำลองจะส่งรหัสตัวอักษรไปยังระบบควบคุมพล็อตเตอร์เพื่อแสดงความก้าวหน้าให้ผู้ใช้ทราบ เมื่อพล็อตเสร็จก็จะส่งข้อความแจ้งผู้ใช้ว่าพล็อตเสร็จเช่นกัน จากการทำงานจะเห็นได้ว่าระบบควบคุมพล็อตเตอร์และพล็อตเตอร์จำลองสามารถทำงานได้ตามความต้องการของระบบอย่างครบถ้วน

จากการศึกษาและทดลองพัฒนาพล็อตเตอร์จำลองด้วยเทคนิคการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำให้ทราบว่าการนำเอาการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุมาใช้ในการพัฒนาระบบฝังตัวนั้นช่วยให้การพัฒนาระบบเป็นไปอย่างมีแบบแผนและมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ มองเห็นภาพรวมของระบบได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ระบบฝังตัวมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. การพัฒนาระบบควบคุมพล็อตเตอร์ด้วยภาษาจาวาเกิดปัญหาในด้านการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ การจัดวางคอนโทรล (Control) ต่างๆ ทำได้ยาก และหากมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ (Property) ของคอนโทรลหลายๆ ครั้ง จะทำให้การจัดการเหตการณ์ (event) ของระบบไม่ทำงานหรือทำงานผิดพลาด

2. การพัฒนาซอฟต์แวร์บนชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที มีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ทั้งในเรื่องการแสดงผลเพื่อดูข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์ ที่ไม่สามารถทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้จุดบกพร่อง (Debug) ดังเช่นการพัฒนาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ และในเรื่องการทำงานกับตัวแปรสตริง (String) มีปัญหาในบางกรณีที่ไม่สามารถหาสาเหตุได้ ซึ่งคาดว่าจะเป็นปัญหาที่เกิดจากเฟิร์มแวร์ไม่สมบูรณ์

3. การสร้างพล็อตเตอร์จำลองจากชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที มีปัญหาเรื่องความแข็งแรงของส่วนประกอบ ทำให้การลากเส้นเป็นตัวอักษรไม่เป็นเส้นตรง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ลักษณะการทำงานของระบบฝังตัวจะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งหากมีการแก้ไขฮาร์ดแวร์ในอนาคต อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน หรือทำงานไม่ตรงตามที่ต้องการได้

2. แนวทางในการพัฒนาพล็อตเตอร์จำลองในอนาคตให้มีความสามารถที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่นในการทำงานมากยิ่งขึ้น มีดังต่อไปนี้

- เพิ่มพิกัดในการพล็อตของตัวอักษร ให้พล็อตเตอร์จำลองสามารถพล็อตตัวอักษรที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น
- เพิ่มส่วนของผู้ดูแลระบบให้สามารถแก้ไข ลบ และเพิ่มพิกัดในการพล็อตจากระบบควบคุมพล็อตเตอร์ได้
- ปรับปรุงอัลกอริธึม (Algorithm) การพล็อต ให้มีความละเอียดในการพล็อตมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม. 2548. **การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เคทีพี.

มหาวิทยาลัยพายัพ. 2548. **พล็อตเตอร์ (Plotter).** [Online] Available: http://regelearning.payap.ac.th/docu/cs102/LS02/output/plotter.html

JAPAN SYSTEM HOUSE ASOCIATION (JASA). 2549. **เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว.** แปลโดย ดร.ธนารักษ์ ธีระมั่นคง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

Juan Antonio Breña Mora. 2008. **Develop leJOS programs step by step.** [Online] Available: http://www.juanantonio.info/jab_cms.php?id=146

Juan Antonio Brena Mora. 2008. **Multithreading with Java leJOS.** [Online] Available: http://www.juanantonio.info/jab_cms.php?id=146

Paul Andrews. et al. 2006. **The leJOS NXJ Tutorial.** [Online] Available: http://lejos.sourceforge.net/nxt/nxj/tutorial/index.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

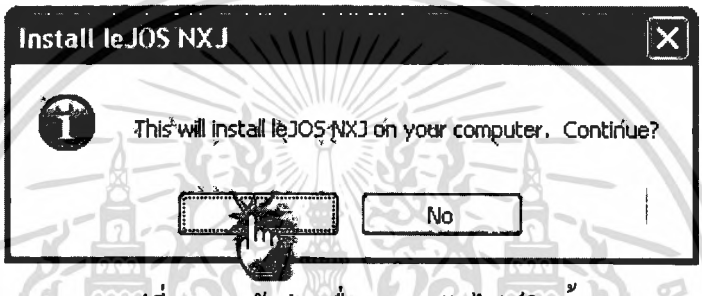
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การติดตั้งเลจอส เอนเอ็กซ์เจ บนวินโดวส์ เอ็กซ์พี

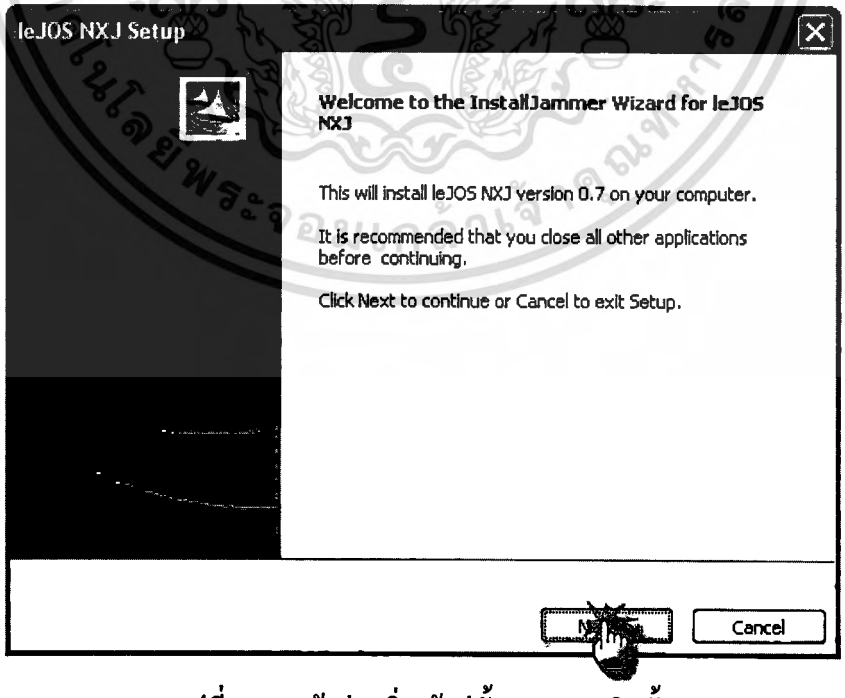
1. ดาวน์โหลดไฟล์โปรแกรมจากเวบไซต์ http://sourceforge.net/projects/lejos/files/lejos-NXJ-win32/0.7.0beta/leJOS_NXJ_0.7-Setup.exe/download โดยโปรแกรมเป็นเวอร์ชั่น 0.7 ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นเดียวกับที่ใช้ในโครงการ

2. เมื่อดาวน์โหลดเสร็จ รันไฟล์ที่ได้ดาวน์โหลดมา จากนั้นคลิ๊กปุ่ม Yes ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 หน้าต่างเมื่อทำการรันไฟล์ติดตั้ง

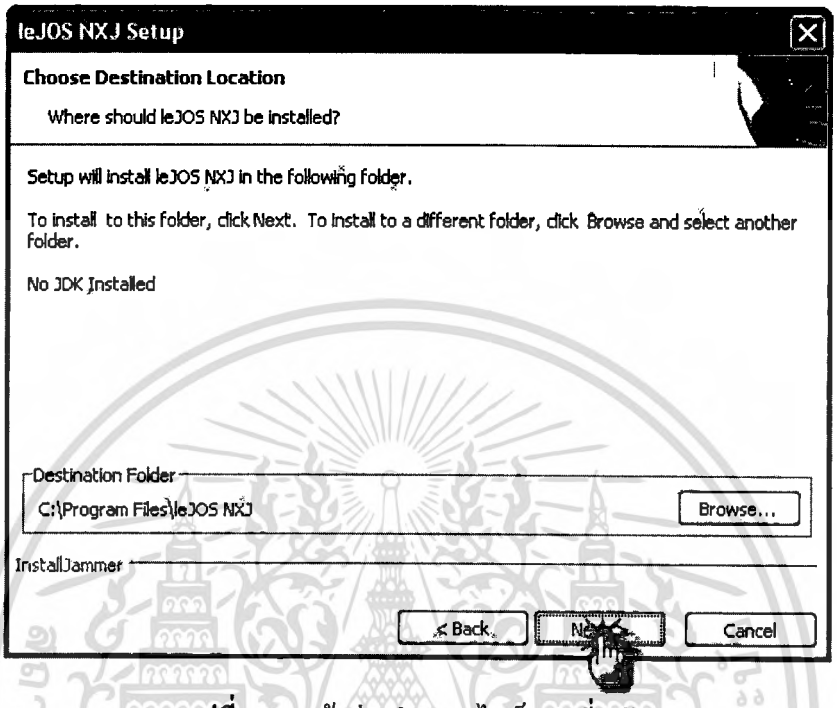
3. จากนั้นคลิ๊กปุ่ม Next ดังรูปที่ ก.2 เพื่อเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้ง



รูปที่ ก.2 หน้าต่างเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้ง

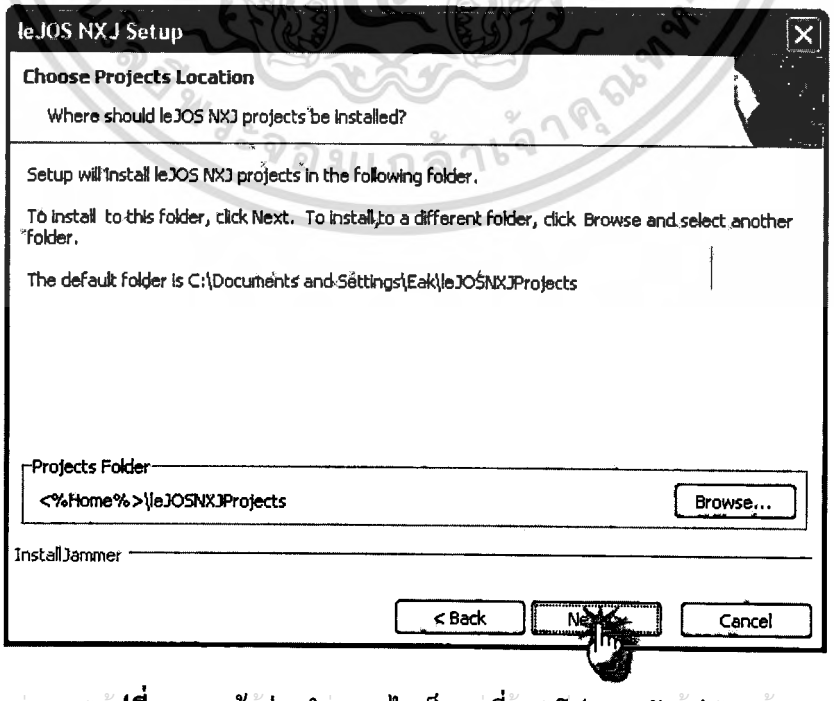
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กำหนดไดเร็กทอรี่หลัก (Root directory) ของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะตั้งค่าปริยายเป็น C:\Program Files\leJOS NXJ จากนั้นจึงคลิ๊ก Next ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 หน้าต่างกำหนดไดเร็กทอรี่หลัก

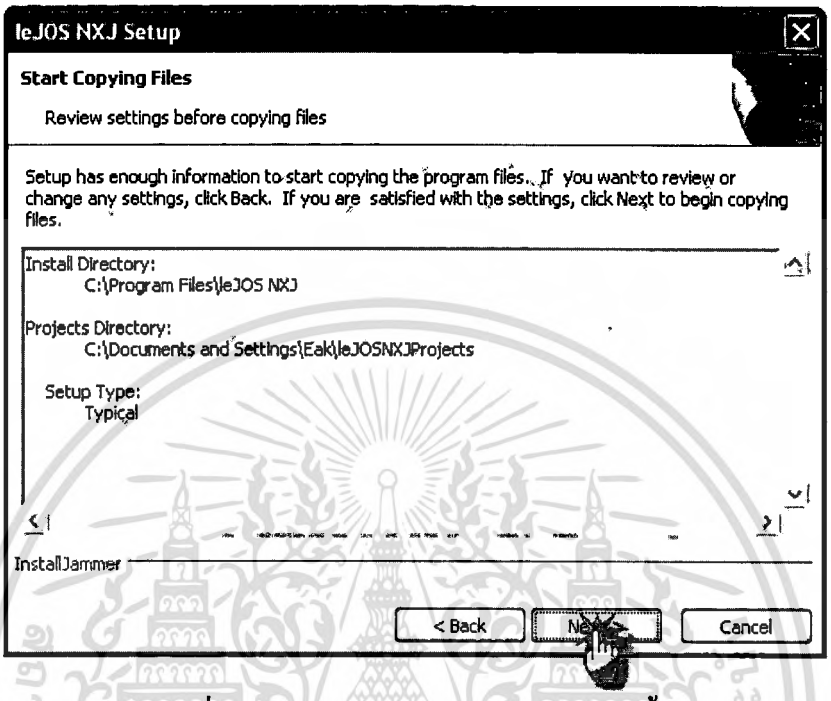
5. กำหนดไดเร็กทอรี่สำหรับโปรเจคตัวอย่าง จากนั้นคลิ๊ก Next ดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 หน้าต่างกำหนดไดเร็กทอรี่ของโปรเจคตัวอย่าง

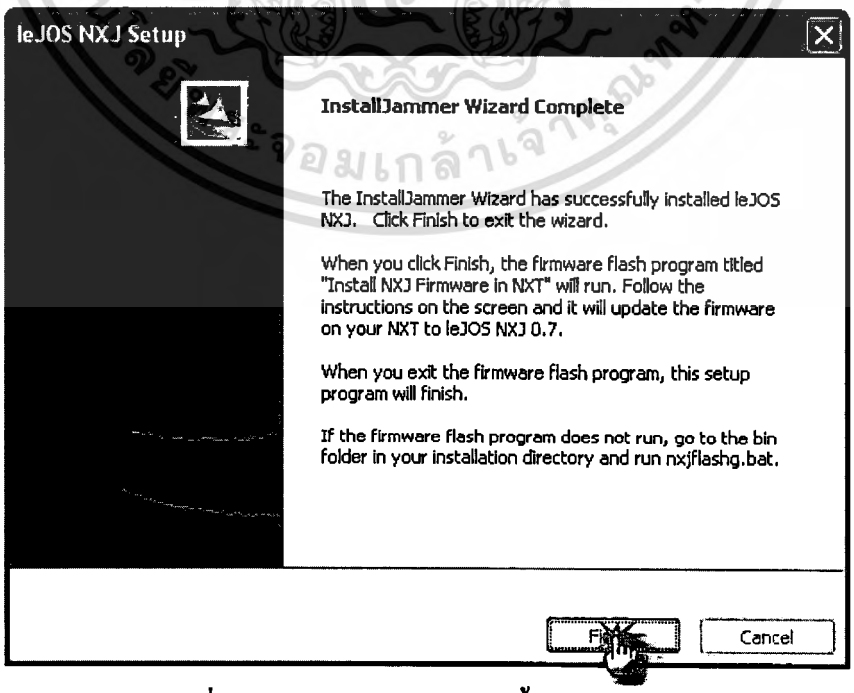
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โปรแกรมติดตั้งจะแสดงรายละเอียดของการติดตั้ง หากรายละเอียดดังกล่าวถูกต้อง คลิ๊กปุ่ม Next เพื่อเริ่มทำการติดตั้ง ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 หน้าต่างแสดงรายละเอียดการติดตั้ง

7. โปรแกรมจะเริ่มทำการติดตั้ง และเมื่อติดตั้งสำเร็จจะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ ก.6



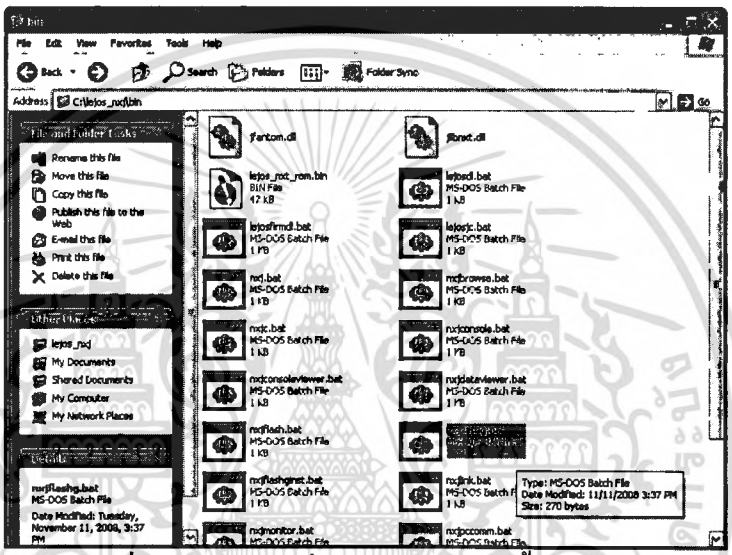
รูปที่ ก.6 หน้าต่างแสดงการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การติดตั้งเฟิร์มแวร์เลจอส เอนเอ็กซ์เจ บนเอนเอ็กซ์ที

1. ในการพัฒนาซอฟต์แวร์บนเอนเอ็กซ์ทีด้วยแพ็กเกจเลจอส จะต้องทำการติดตั้งเฟิร์มแวร์ของเลจอส เอนเอ็กซ์เจก่อน โดยโปรแกรมติดตั้งเฟิร์มแวร์ชื่อ nxjflashg.bat อยู่ในไดเร็กทอรี่ที่ติดตั้งเลจอสเอาไว้ ในที่นี้ติดตั้งไว้ที่ C:\Program Files\leJOS NXJ\bin ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 ไดเร็กทอรี่ของโปรแกรมติดตั้งเฟิร์มแวร์

2. เมื่อรันไฟล์ nxjflashg.bat จะขึ้นหน้าต่าง ดังรูปที่ ข.2 คลิ๊ก Start program เพื่อทำการเริ่มติดตั้งเฟิร์มแวร์

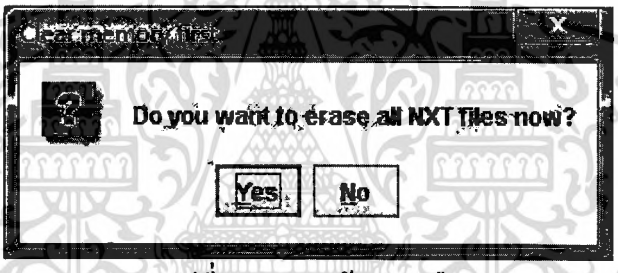
รูปที่ ข.2 หน้าจอโปรแกรมติดตั้งเฟิร์มแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นจะมีข้อความบอกให้ทำการเชื่อมต่อ USB ระหว่างเอนเอ็กซ์ทีคอนโทรลเลอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นคลิก OK ดังรูปที่ ข.3

รูปที่ ข.3 แสดงกล่องข้อความบอกให้ทำการเชื่อมต่อ USB ระหว่างเอนเอ็กซ์ทีคอนโทรลเลอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์

4. จากนั้นจะมีข้อความเพื่อยืนยัน ดังรูปที่ ข.4 และรูปที่ ข.5 ให้ทำการคลิก Yes และ OK ตามลำดับ

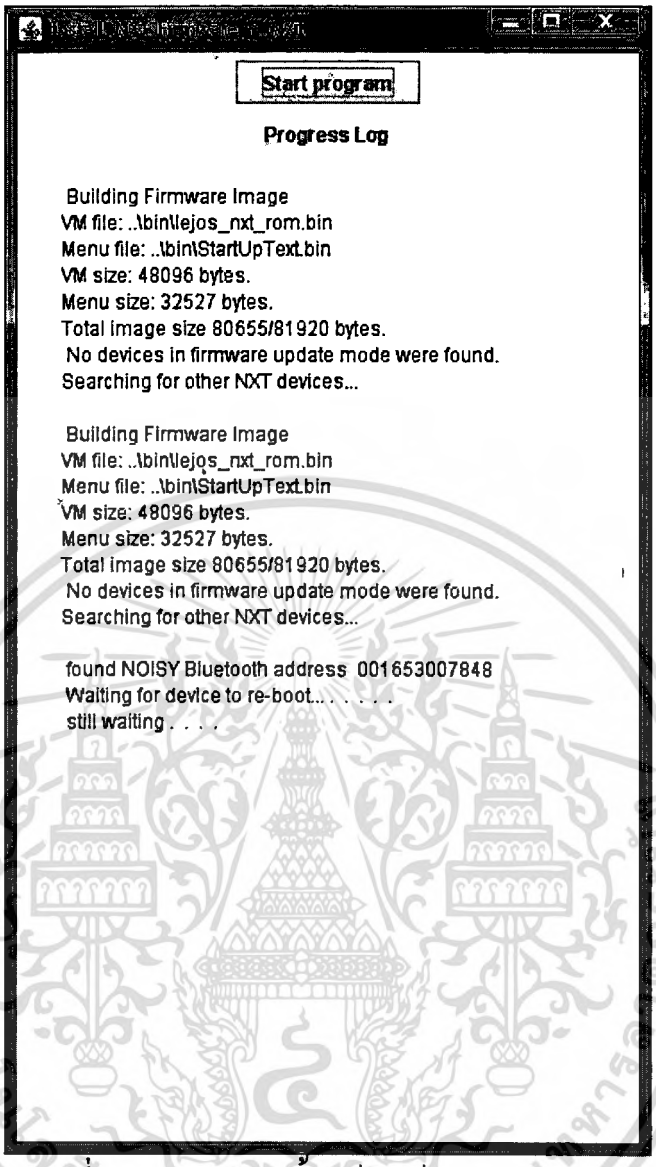


รูปที่ ข.4 แสดงข้อความยืนยัน

รูปที่ ข.5 แสดงข้อความเตือนให้เปิดและเชื่อมต่อเอนเอ็กซ์ที

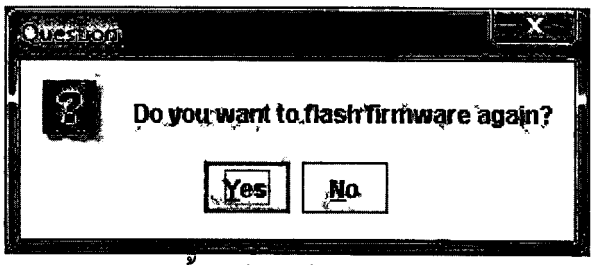
5. โปรแกรมจะเริ่มทำการติดตั้งเฟิร์มแวร์ของเลจอส และแสดงกระบวนการ ดังรูปที่ ข.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 แสดงการติดตั้งเฟิร์มแวร์ของ LeJOS NXJ

6. เมื่อทำการติดตั้งเฟิร์มแวร์ของเลจอส เสร็จเรียบร้อย จะมีข้อความถามว่าต้องการติดตั้งเฟิร์มแวร์ใหม่อีกครั้งหรือไม่ ให้ตอบ No หากไม่ต้องการหรือตอบ Yes หากต้องการติดตั้งเฟิร์มแวร์ใหม่ให้กับเอนเอ็กซ์ทีคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น ดังรูปที่ ข.7



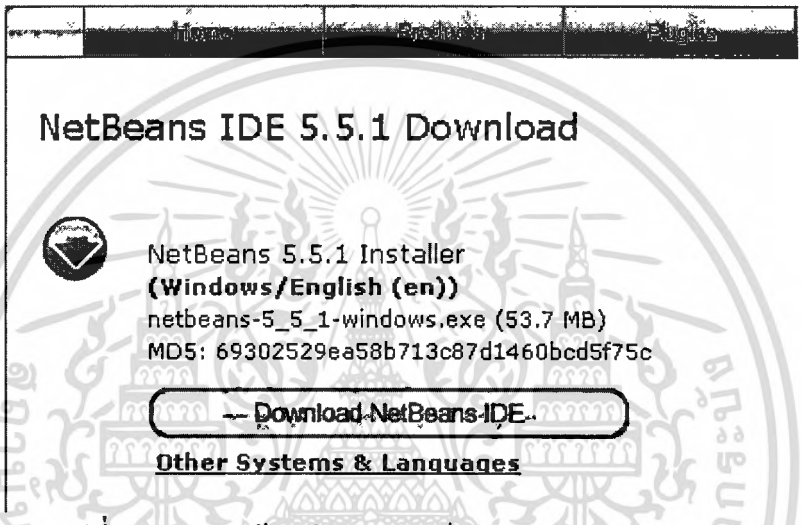
รูปที่ ข.7 แสดงการติดตั้งเฟิร์มแวร์ของ LeJOS NXJ เสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การปรับแต่ง Netbeans เพื่อใช้งานร่วมกับ LeJOS NXJ

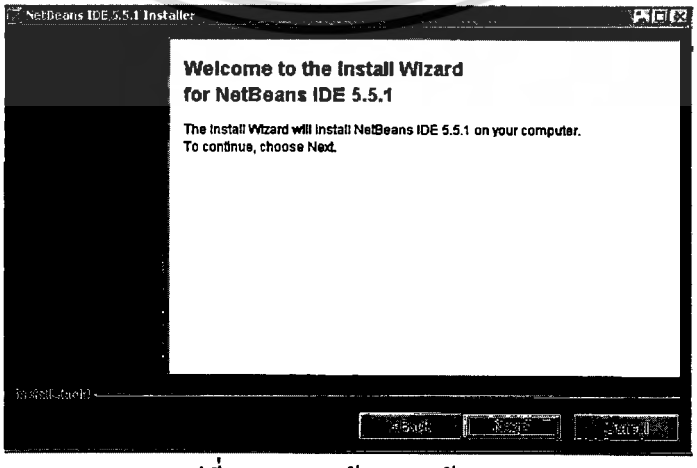
1. การติดตั้ง Netbeans

1.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมได้จาก http://www.netbeans.info/downloads/index.php ดังรูปที่ ค.1 ให้ click ที่ปุ่ม Download NetBeans IDE เพื่อเลือก mirror site ในการ download



รูปที่ ค.1 แสดงหน้าจอในการดาวน์โหลดโปรแกรม netbeans

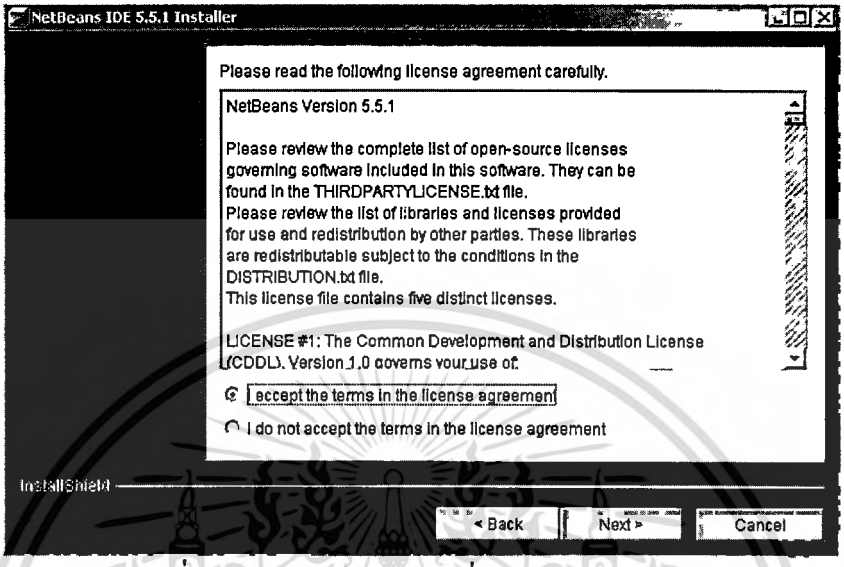
1.2 เมื่อ download เสร็จแล้ว จะได้ไฟล์ netbeans-5_5_1-windows.exe มา จากนั้นติด ตั้งโปรแกรม NetBeans 5.5.1 โดย double click ที่ไฟล์ netbeans-5_5_1-windows.exe โปรแกรม Installer แสดงข้อความต้อนรับ ดังรูปที่ ค.2 click ที่ Next เพื่อไปหน้าต่อไป



รูปที่ ค.2 แสดงข้อความต้อนรับ

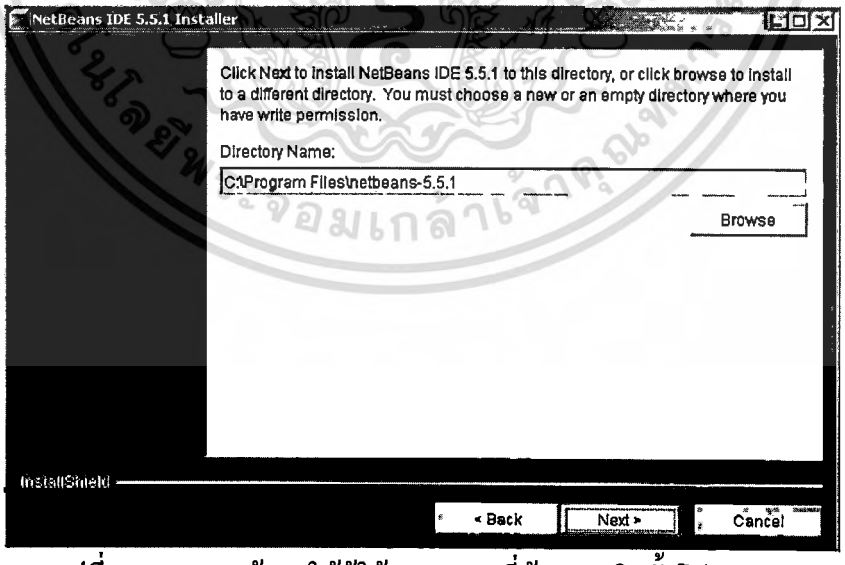
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เลือก I accept the terms in the license agreement แล้ว click Next เพื่อไปหน้าต่อไป ดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 แสดงหน้าจอแสดงเงื่อนไขของโปรแกรม

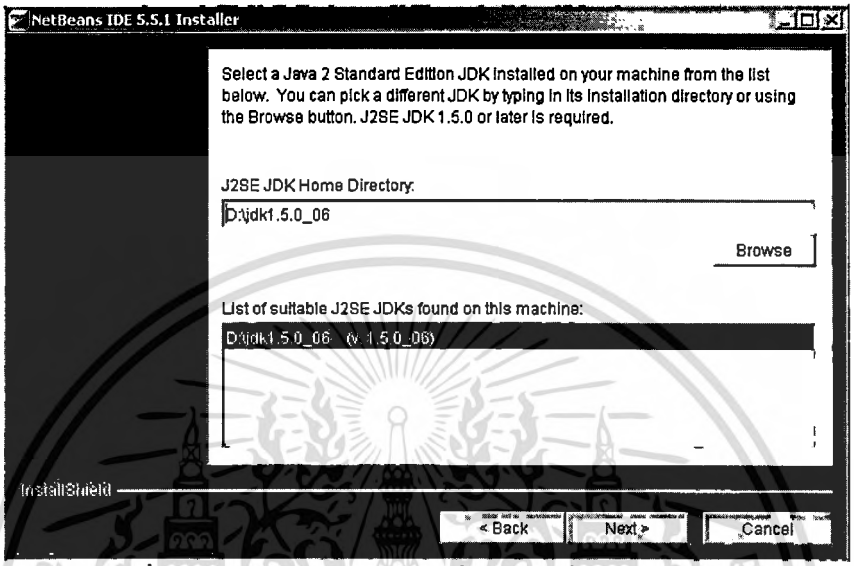
1.4 โปรแกรม Installer จะให้เราระบุ path ที่เราต้องการติดตั้ง NetBeans ให้เราระบุ path ที่เราต้องการ ดังรูปที่ ค.4 จากนั้น click ที่ Next เพื่อไปหน้าต่อไป



รูปที่ ค.4 แสดงหน้าจอให้ผู้ใช้ระบุ path ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม

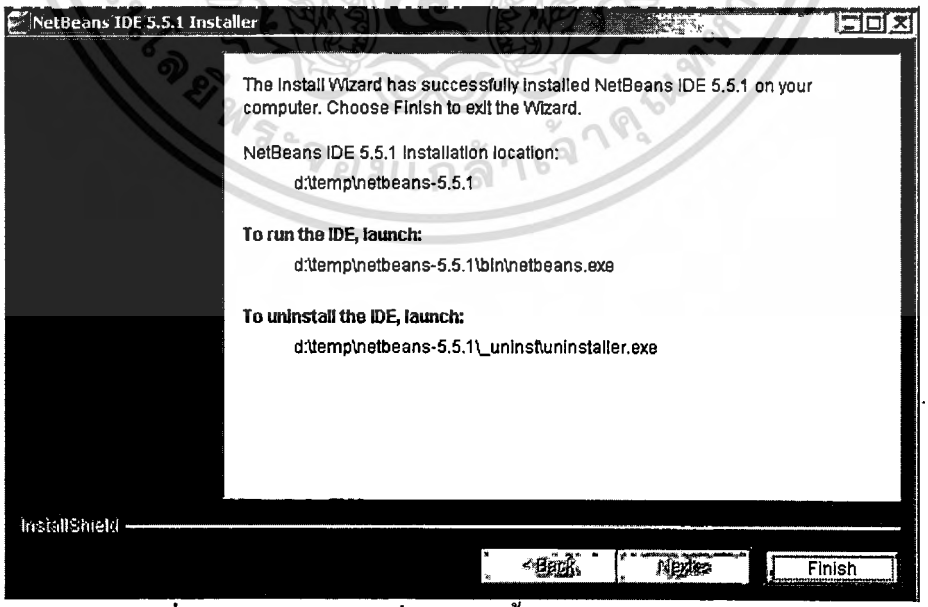
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 โปรแกรม Installer จะมองหา JDK 5 หรือ 6 ที่มีอยู่ในเครื่องและแสดง path ของ JDK ที่พบ ในรูปโปรแกรม Installler พบ JDK version 1.5.0_06ในกรณีที่เราลง JDK ไว้หลาย version เราสามารถเลือกใช้ version ที่เราต้องการได้ โดยเลือก Browse click ที่ Next เพื่อไปหน้าต่อไป



รูปที่ ค.5 แสดง path ของ JDK ที่พบในเครื่องคอมพิวเตอร์

1.6 โปรแกรม Installer เริ่มติดตั้งโปรแกรม NetBeans ลงใน path ที่ระบุ เมื่อติดตั้งโปรแกรมสร็จเรียบร้อยแล้ว click ที่ Finish เพื่อจบโปรแกรม ดังรูปที่ ค.6

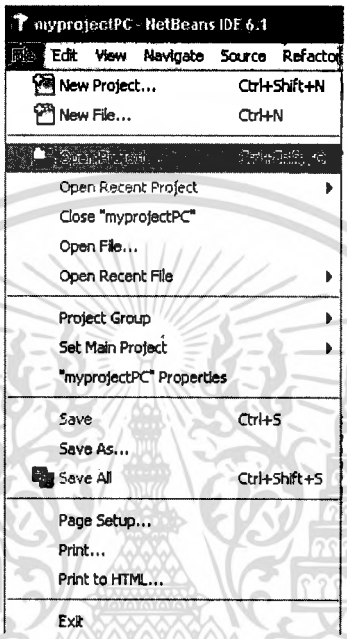


รูปที่ ค.6 แสดงหน้าจอเมื่อการติดตั้งโปรแกรมเสรจสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

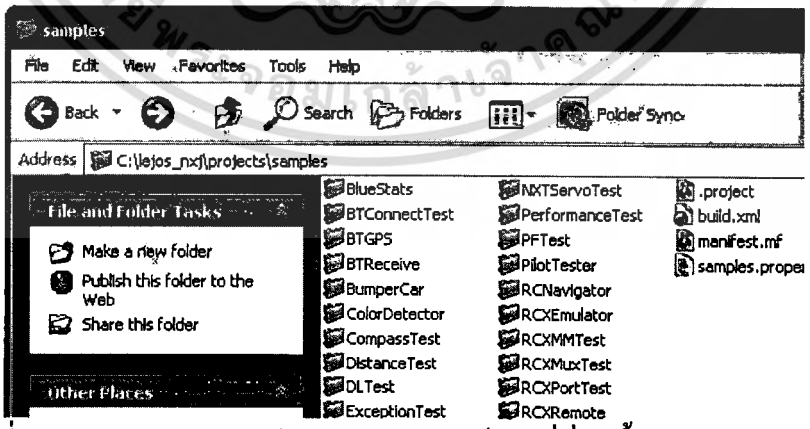
2. การสร้างโปรเจคเพื่อพัฒนาระบบฝั่งหุ่นยนต์

2.1 ทำการเปิด leJOS NXJ samples project โดยเลือกที่เมนู File >Open project ดังรูปที่ ค.7 แล้วทำการ Browse ไปยังตำแหน่งไดเร็กทอรี่ที่ติดตั้งตัวอย่างโปรเจคไว้ โดยโปรเจคตัวอย่างที่พัฒนาในฝั่งหุ่นยนต์จะอยู่ในโฟลเดอร์ samples



รูปที่ ค.7 แสดงการเปิด leJOS NXJ samples project

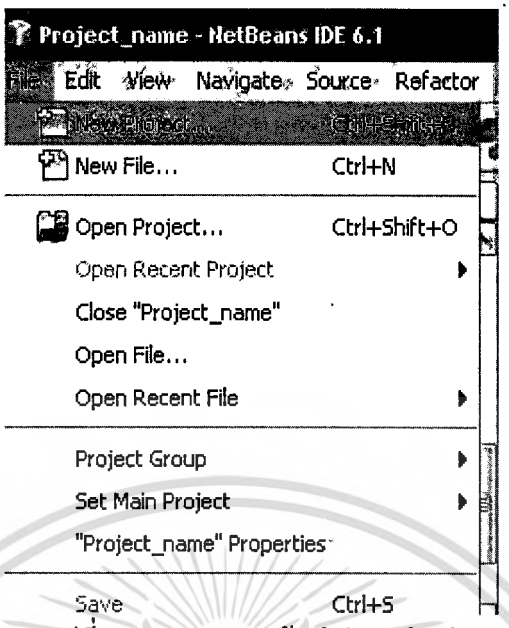
2.2 เมื่อทำการเปิดโปรเจคตัวอย่างจะพบว่ามีโปรเจคตัวอย่าง ดังรูปที่ ค.8



รูปที่ ค.8 แสดงการ Browse ไปยังตำแหน่งไดเร็กทอรี่ที่ติดตั้งตัวอย่างโปรเจค

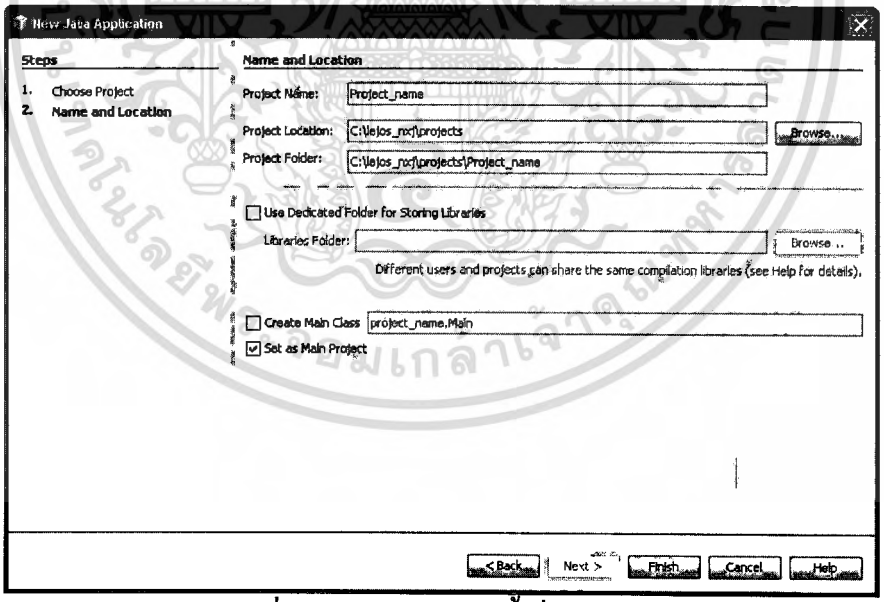
2.3 จากนั้นทำการสร้างโปรเจคใหม่โดยการไปที่ file > New Project >Java>Java Applicaton แล้วคลิกปุ่ม Next ดังรูปที่ ค.9

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.9 แสดงการสร้างโปรเจคใหม่

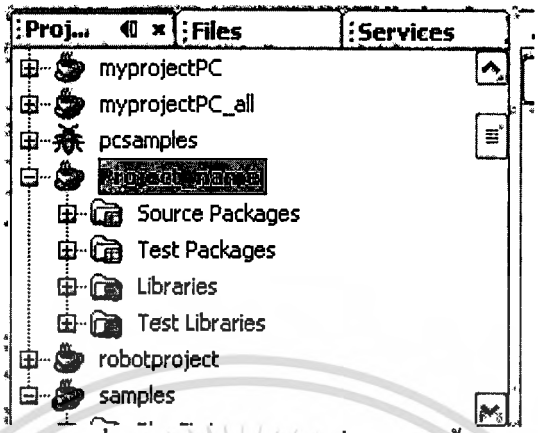
2.4 จากนั้นให้ทำการตั้งชื่อโปรเจค ในที่นี่ใช้ชื่อว่า “Project_name” กำหนดไดเร็กทอรี่ที่เก็บโปรเจค และกำหนดตัวเลือกต่างๆดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Finish ดังรูปที่ ค.10



รูปที่ ค.10 แสดงการการตั้งชื่อโปรเจค

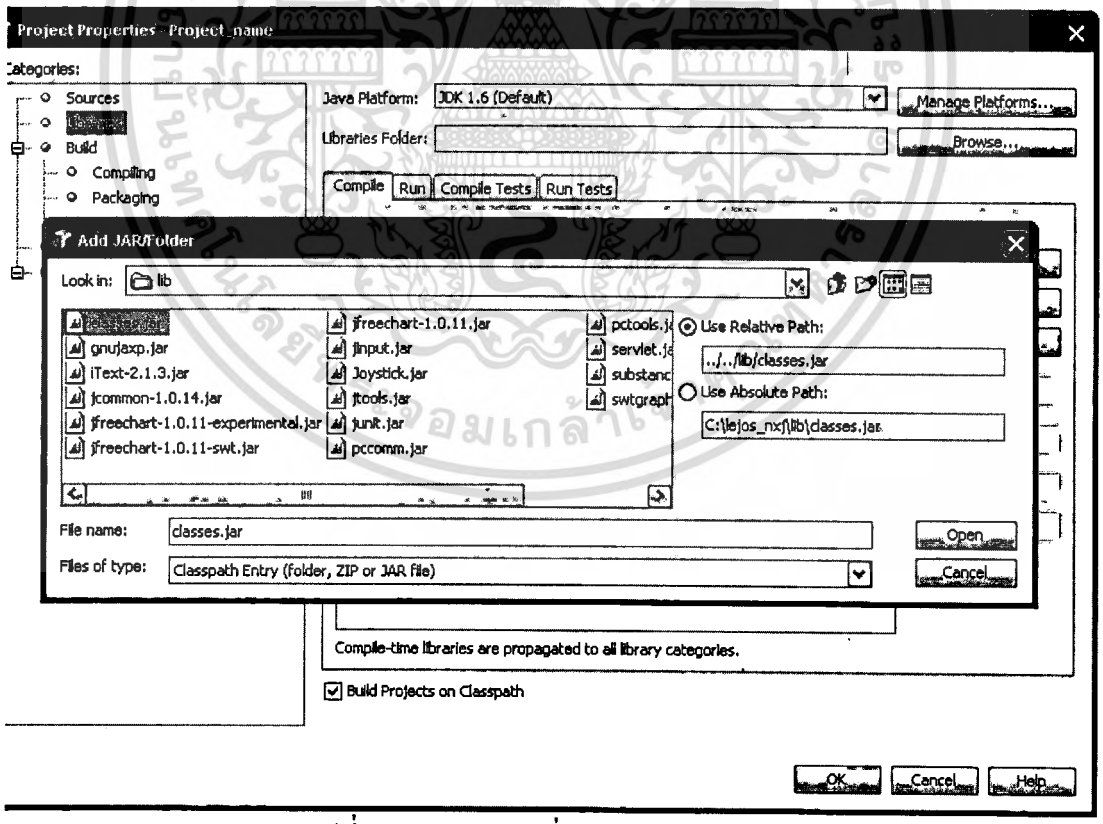
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 จากนั้นจะปรากฏโปรเจคที่สร้างไว้ในแทบ Project ดังรูปที่ ค.11



รูปที่ ค.11 แสดงโปรเจคที่ถูกสร้างขึ้น

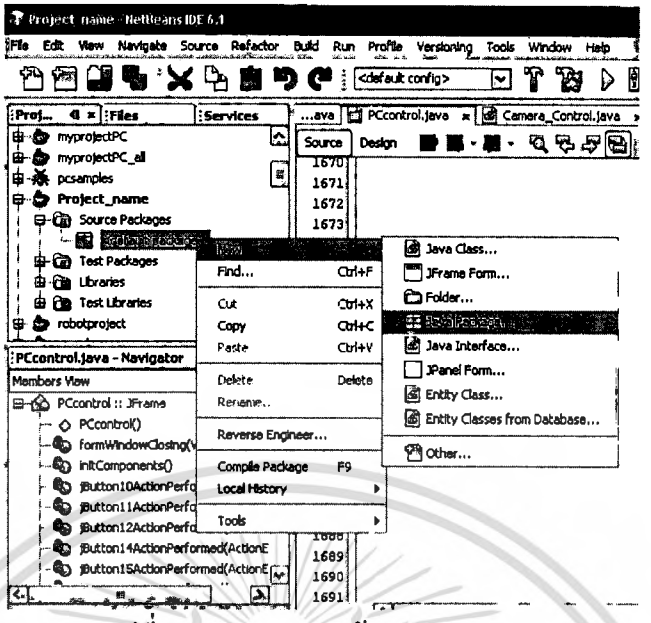
2.6 จากนั้นให้ทำการคลิกขวาที่โปรเจคที่สร้างไว้ เลือก Properties > Libraries > Add jar/folder แล้วทำการเพิ่ม classes.jar ซึ่งอยู่ใน ..\lejos_nxj\lib ดังรูปที่ ค.12



รูปที่ ค.12 แสดงการเพิ่มคลาสลงในโปรเจค

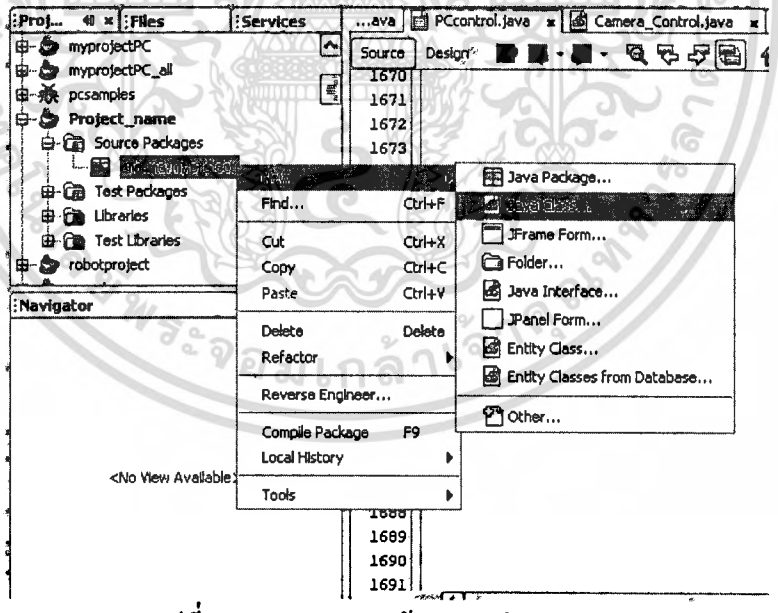
2.7 ทำการสร้าง Java Package โดยคลิกขวาที่โฟลเดอร์ Source Packages >New> Java Package และทำการใส่ชื่อของ Java Package ในที่นี้ใช้ชื่อว่า “org.me.myproject” ดังรูปที่ ค.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.13 แสดงการสร้างจาวาแพคเกจ

2.8 จากนั้นทำการสร้าง Java main class โดยการคลิกขวาที่ Package org.me.myproject >New>Java class และทำการใส่ชื่อของ Java class ในที่นี่ใช้ชื่อว่า "HelloWorld" ดังรูปที่ ค.14



รูปที่ ค.14 แสดงการสร้างคลาสในโปรเจค

2.9 จากนั้นทำการแก้ไขโค้ดภายในไฟล์ HelloWorld ให้เป็นดังรูปที่ 15 เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม

```
package org.me.myproject;

import lejos.nxt.*;
```

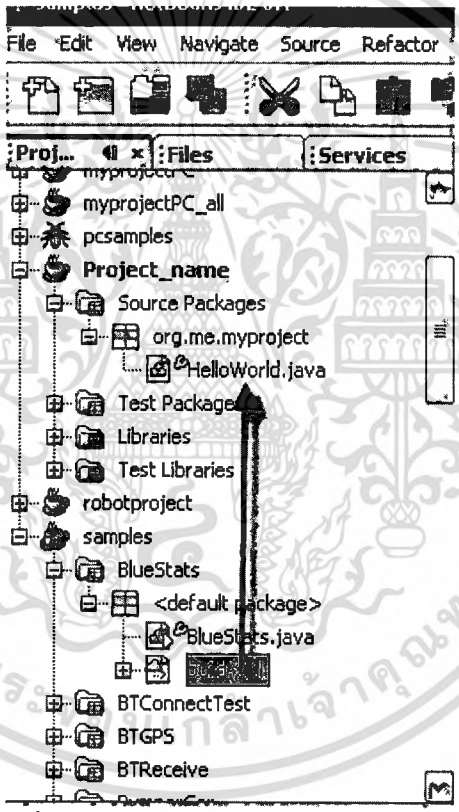
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public class HelloWorld {

    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello World");
        Button.waitForPress();
    }
}
```

รูปที่ ค.15 แสดงการแก้ไขโค้ดภายในไฟล์ HelloWorld

2.10 จากนั้นทำการ copy ไฟล์ชื่อ build.xml จากตัวอย่างโปรเจคที่ได้เปิดไว้ในข้อ 1.1 และ 1.2 ไปไว้ยังโฟลเดอร์ Source Packages ดังรูปที่ ค.16



รูปที่ ค.16 แสดงการ copy ไฟล์ชื่อ build.xml จากตัวอย่างโปรเจคที่ได้เปิดไว้ ไปยังโฟลเดอร์ Source Packages

2.11 จากนั้นเปิดไฟล์ build.xml ขึ้นมาแล้วทำการแก้ไขดังนี้

- เปลี่ยนข้อความ <basename property="program" file="."/> เป็น<property name="program" value="HelloWorld">
- ทำการเพิ่ม property:

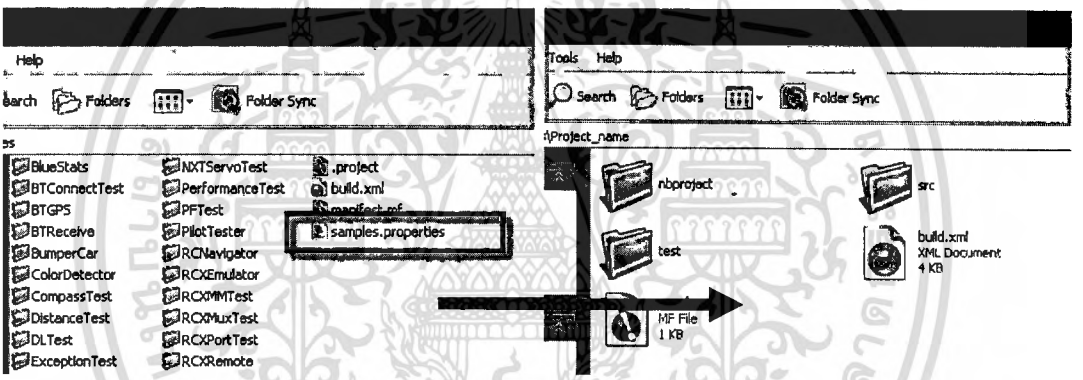
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<property name="class" value="org.me.myproject.HelloWorld">

- จากนั้นในส่วน link target, เปลี่ยนบรรทัดที่มีข้อความ

<arg value="${program}"/> เป็น <arg value="${class}"/>

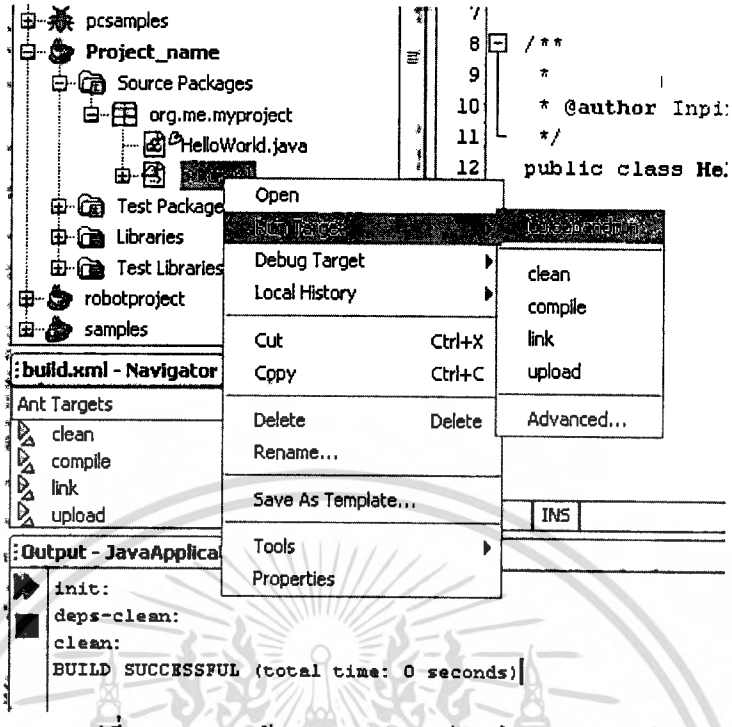
2.12 สุดท้ายทำการ copy ไฟล์ที่มีชื่อว่า sample.properties จากโฟลเดอร์ ...\lejos_nxj\projects\samples ไปไว้ยังโฟลเดอร์โปรเจคที่กำลังพัฒนา ในที่นี่คือโฟลเดอร์ชื่อ Project_name ดังรูปที่ ค.17



รูปที่ ค.17 แสดงการ copy ไฟล์ที่มีชื่อว่า sample.properties จากโฟลเดอร์ ...\lejos_nxj\ projects\samples ไปไว้ยังโฟลเดอร์โปรเจคที่กำลังพัฒนา

2.13 เมื่อต้องการอัพโหลดไฟล์ไปยังหุ่นยนต์ให้ทำการเชื่อมต่อระหว่างหุ่นยนต์และเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยสาย USB หรือ บลูทูธ จากนั้นให้ทำการเปิดหุ่นยนต์ แล้วทำการคลิกขวาที่ build.xml>Run Target>uploadandrun จากนั้นหาก upload สำเร็จจะมีข้อความขึ้นที่แท็บ Output ว่า "BUILD SUCCESSFUL" ดังรูปที่ ค.18

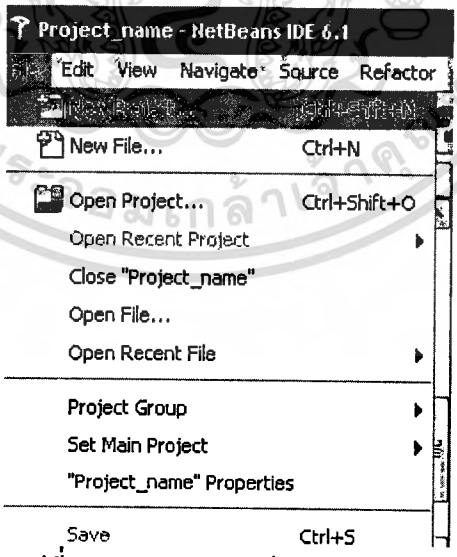
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.18 แสดงต้องการอัพโหลดไฟล์ไปยังหุ่นยนต์

3. การสร้างโปรเจคเพื่อพัฒนาระบบฝังคอมพิวเตอร์

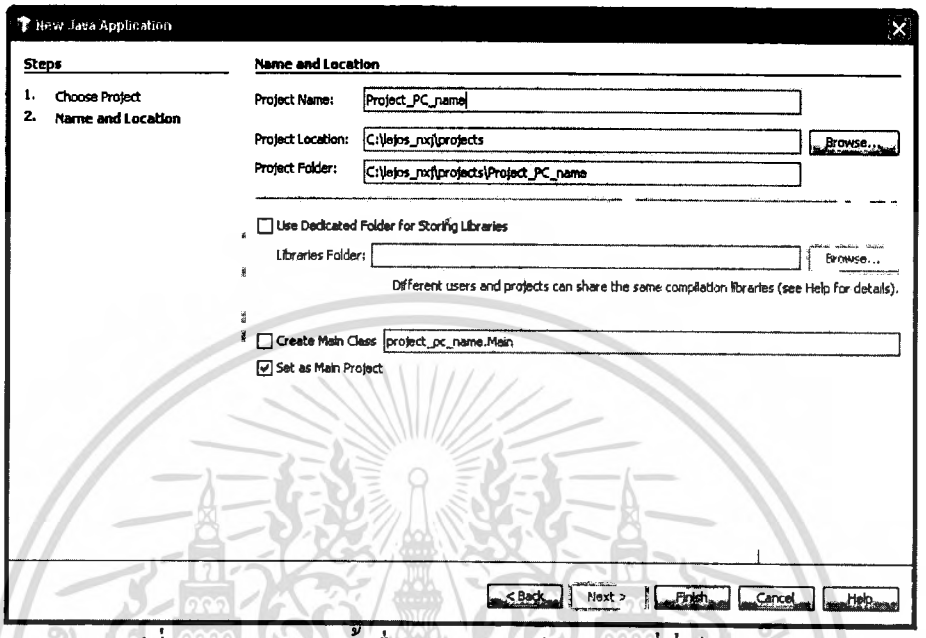
3.1 ทำการสร้างโปรเจคใหม่โดยการไปที่ file > New Project >Java>Java Applicaton แล้วคลิกปุ่ม Next ดังรูปที่ ค.19



รูปที่ ค.19 แสดงการสร้างโปรเจคใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 จากนั้นให้ทำการใส่ชื่อโปรเจค ในที่นี่ใช้ชื่อว่า “Project_PC_name” กำหนดไดเร็กทอรี่ที่เก็บโปรเจค และกำหนดตัวเลือกต่างๆดังรูป แล้วคลิกปุ่ม Finish ดังรูปที่ ค.20



รูปที่ ค.20 แสดงการตั้งชื่อโปรเจคและไดเรคทอรี่ที่เก็บโปรเจค

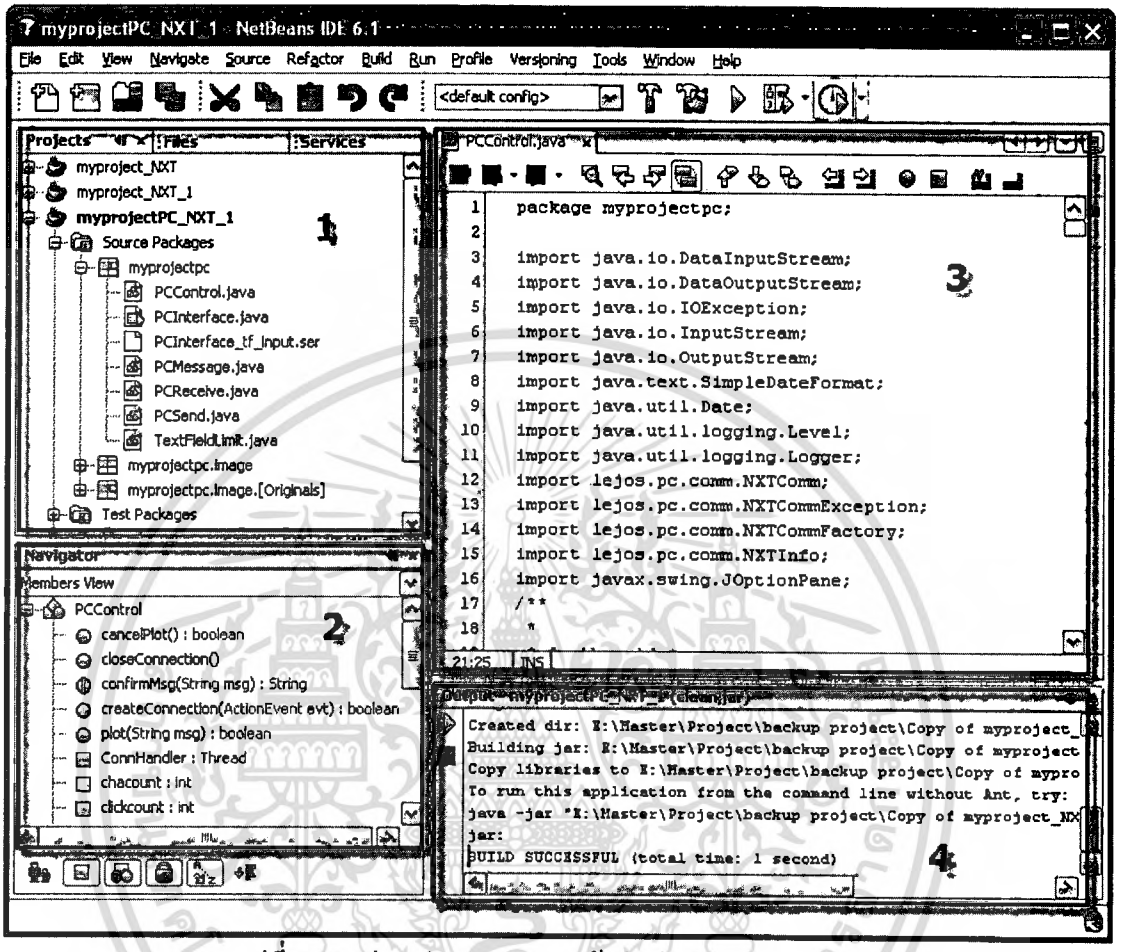
3.3 จากนั้นให้ทำการคลิกขวาที่โปรเจคที่สร้างไว้ เลือก Properties > Libraries > Add jar/folder แล้วทำการเพิ่มไลบรารี่ดังนี้

- pccomm.jar และ pctools.jar ซึ่งอยู่ใน ..\lejos_nxj\lib
- bluecove.jar ซึ่งอยู่ใน..\lejos_nxj\3rdparty\lib

เมื่อทำการเพิ่มไลบรารี่ทั้งหมดนี้แล้ว ภายในโปรโจคที่สร้างขึ้นนั้นสามารถสร้าง java class ได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนประกอบของหน้าต่างโปรแกรม Netbeans



รูปที่ ค.20 ส่วนประกอบของหน้าต่างโปรแกรม Netbeans

หน้าต่างโปรแกรม Netneans ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักๆ 4 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

1. หน้าต่าง Project แสดงโปรเจคที่เปิดใช้งาน แพ็คเกจ คลาส และส่วนประกอบต่างๆ ของโปรเจค โดยมีมุมมองแบบ tree

2. หน้าต่าง Navigator แสดงรายการของคุณสมบัติของคลาสที่กำลังเปิดใช้งาน เช่น method, attribute เป็นต้น

3. หน้าต่าง Source Editor

4. หน้าต่าง Output แสดงผลการทำงานของโปรแกรม เช่น ผลการคอมไพล์โปรแกรม ข้อผิดพลาด (error) ของโปรแกรมขณะรันโปรแกรม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ลำดับพิกัดในการพล็อต

ตารางที่ ง.1 ลำดับพิกัดที่ใช้ในการพล็อตของแต่ละตัวอักษร

ตัวอักษร	ลำดับพิกัด
A	10104012040616202626499
B	10200044463420242614000 99
C	103634424030120406199
D	1040004446361400099
E	1056000026202046499
F	106600002620204 99
G	10761402001032444636242 99
H	10800040262646099
I	10920403034244499
J	11040606344240399
K	11100040222602264 99
L	11200046499
M	113040032606499
N	1140400646099
O	11540200103244463614020 99
P	11604004061420299
Q	11740200103244463614020774364 99
R	118040040614202426499
S	11903244463422201204061 99
T	1200060303499
U	12100032444636099
V	122000234626099
W	123000432646099
X	124006477046099
Y	125003260323499

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ตัวอักษร	ลำดับพิกัด
Z	1260060046499
1	12741606499
2	12801204061046499
3	1290120406142224263442403 99
4	13044402001036399
5	1310444634202006099
6	132032242634424030120406199
7	13300600499
8	1344222012040614222032444634222 99
9	135614222012040616344240399
0	136402001032444636140209 9
.	13743232444432399

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นายเอกชัย วิริยะมัติ

วันเดือนปีเกิด 16 มิถุนายน 2528

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม ปีการศึกษา 2545

จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้