

ชุดโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

เดิมทีเดียวนั้นในส่วนของงานควบคุมระบบหรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้นำไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในงานควบคุม โดยในการใช้งานนั้นจะต้องมีการต่อกับ อุปกรณ์ภายนอกจำพวก ช่องทางรับ-ส่งข้อมูล (I/O Ports) หน่วยความจำข้อมูล (RAM) หน่วยความจำโปรแกรม (ROM) ทั้งยังมีชิปจำพวก UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยมีหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลจากรูปแบบขนาน (Parallel) ไปเป็นข้อมูลในรูปแบบอนุกรม (Series) สำหรับทำการส่งชุดข้อมูล และแปลงข้อมูลจากรูปแบบอนุกรมกลับเป็นรูปแบบขนานในขั้นตอนการรับข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ดังกล่าวมาใช้ในระบบควบคุมโดยเฉพาะนั้น จะค่อนข้างยุ่งยากสิ้นเปลืองอุปกรณ์ร่วมต่างๆ เพื่อที่จะให้ครอบคลุมการใช้งานควบคุมที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาทำให้มีบริษัทผู้ผลิตชิปไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ได้ทำการพัฒนา และผลิตชิปที่มีการรวมคุณสมบัติต่างๆ เอาไว้ครบถ้วนเพื่องานควบคุมโดยเฉพาะ

โดยในชิปจะประกอบไปด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์, ช่องทางรับส่งข้อมูล (I/O Ports), หน่วยความจำข้อมูลขนาดเล็ก ตลอดจนอาจจะมีช่องทางที่ใช้ในการส่ง-รับข้อมูล UART และหน่วยความจำโปรแกรม เข้าไปไว้ด้วยภายในชิป เพื่อใช้ในระบบควบคุมอย่างเต็มประสิทธิภาพ สามารถประยุกต์ใช้งานง่าย และประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอุปกรณ์เสริมต่างๆ ชิปที่รวมเอาคุณสมบัติต่างๆ นี้เข้าด้วยกันถูกเรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยว (Microcontroller UNIT) (MCU) นั่นเอง โดยบริษัทผู้ผลิตได้ผลิต MCU ออกมาหลายรูปแบบ ซึ่งจะมีคุณสมบัติและความสามารถที่แตกต่างกันเพื่อให้เหมาะกับงานในรูปแบบต่างๆ จึงทำให้มีการแยกประเภทของ MCU ออกเป็นตระกูลๆ หรือเบอร์ต่างๆ โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของ MCU นั้นๆ และบริษัทผู้ผลิตเอง โดยตระกูลที่ได้รับความนิยมและเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีคือไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เนื่องจากมีข้อมูลหรือหนังสือที่เกี่ยวกับ MCU ตระกูลนี้อยู่มาก

4.1 คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ของชิป ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1. ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงสร้างทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงแหล่งเดียว

2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานภายในชิปจำนวน 4 กิโลไบต์ (เบอร์ 8031,8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบต์ และสำหรับเบอร์ 83C51FB จะมีความจำส่วนนี้รวมทั้งสิ้น 16 กิโลไบต์)

3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายในชิปจำนวน 128 ไบต์ (ใน 8031,8051) หรือ 256ไบต์ (ในเบอร์ 8032,8052)

4. สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบต์แยกจากกัน

5. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาทีเมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิร์ตซ์

6. มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้สองทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต ๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาน 1 บิตแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาน 1 บิตใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต

7. รับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็ว ในการรับและส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที

8. จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ

9. มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ เพื่อนับสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือ นับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัวเพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ (Pulse) วัดความกว้างของพัลส์ (Pulse) หรือใช้วัดช่วงเวลา

10. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับ ไบต์และระดับบิตเพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบการทำงานได้ง่ายขึ้น

11. มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง

12. สามารถประมวลผลแบบบูลีน เพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ

13. ใช้โปรแกรมคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 ได้

4.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51มีสมาชิกในตระกูลหลายเบอร์ด้วยกันแต่ละเบอร์มีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างกันไป เช่น มีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายในชิปเพิ่มขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่นับได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ได้แก่ เบอร์ 8051, 8031, 8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูล ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป

ภายใน MCS-51 (RAM) เองจำนวน 128 ไบต์ มีพอร์ตขนาด 8 บิต 4 พอร์ต มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตรวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมมีวงจรรอสynch เลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง

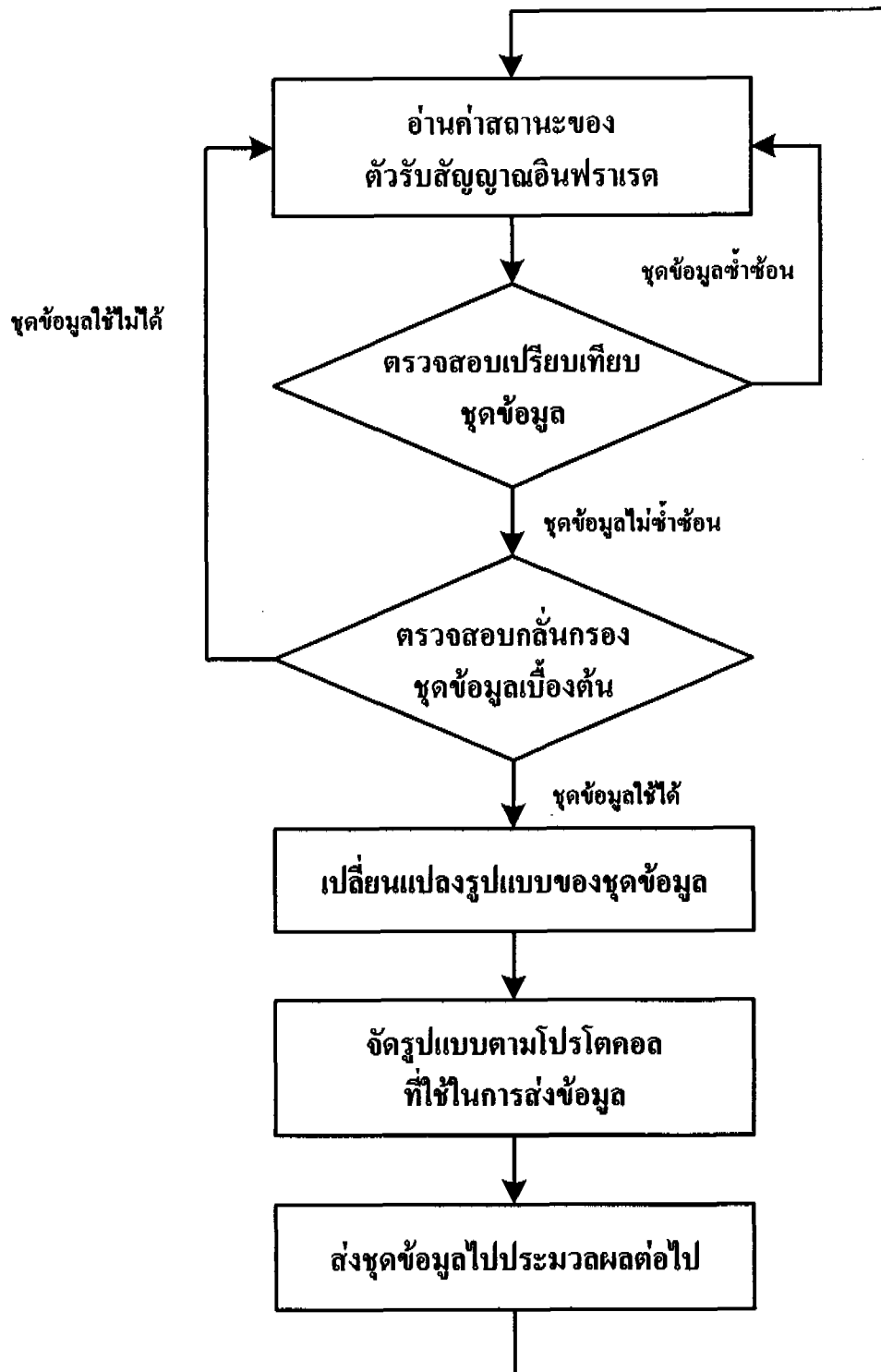
MCS-51 เป็นตระกูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากตระกูล MCS-48 ดังนั้นจึงมีความสามารถเหนือกว่าหลายอย่าง เช่น ความเร็วในการประมวลผลของ MCS-51 สามารถใช้ความถี่ได้ถึง 12 เมกะเฮิร์ตซ์ ทำให้ช่วงเวลาในการทำงานแต่ละคำสั่งน้อยมาก เมื่อใช้ความถี่ 12 เมกะเฮิร์ตซ์ คำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะใช้เวลาเพียง 1 ไมโครวินาที

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีคุณสมบัติที่เอื้อต่อการใช้งาน รวมถึงการใช้งานง่ายดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลชุดโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยที่ลำดับขั้นตอนการทำงานของชุดโปรแกรมคำสั่งนั้นจะมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 4.1 โดยในขั้นตอนแรกจะเป็นขั้นตอนของกระบวนการ การอ่านค่าสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรด โดยค่าสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดจะมี 2 สถานะคือ จะเป็น 0 ก็ต่อเมื่อตัวรับสัญญาณอินฟราเรดสามารถรับสัญญาณอินฟราเรดที่มีความถี่ตรงกับช่วงที่ตัวรับสัญญาณสามารถรับได้ และเป็น 1 ก็ต่อเมื่อตัวรับสัญญาณอินฟราเรดไม่สามารถรับสัญญาณอินฟราเรดที่มีความถี่ตรงกับช่วงที่ตัวรับสัญญาณสามารถรับได้ โดยการอ่านค่าสถานะจะอ่านจากตัวรับสัญญาณทีละตัวโดยเริ่มตัวแรกจากโคนเสาของเสาตัวรับสัญญาณ ไปจนถึงตัวรับสัญญาณอินฟราเรดตัวสุดท้ายที่ยอดเสาตัวรับสัญญาณ โดยข้อมูลที่อ่านได้จะอยู่ในรูปของชุดข้อมูล ที่มีความยาว 208 ตัว และในชุดข้อมูลจะประกอบไปด้วยเลข 0 หรือ 1 เท่านั้น

จากนั้นเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบเปรียบเทียบชุดข้อมูล โดยจะทำการเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่ได้รับมากับชุดข้อมูลก่อนหน้าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของระบบ (โดยค่าเริ่มต้นจะกำหนดให้เป็น 0 ทั้งหมด 208 ตัว) โดยในการเปรียบเทียบจะทำการเปรียบเทียบทางตรรกศาสตร์ โดยใช้ นิพจน์ Exclusive-OR (XOR) โดยค่าของนิพจน์ จะมีค่าดังตารางที่ 4.1 โดยนำชุดของข้อมูลที่อ่านค่าได้ไปทำการ XOR กับชุดข้อมูลเก่าก่อนหน้าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ออกมา มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองชุดเหมือนกันก็จะถือว่าเกิดการซ้ำซ้อนของข้อมูลก็จะทำการทิ้งข้อมูลชุดนั้นๆ ไป และเริ่มต้นกระบวนการการอ่านค่าสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดใหม่ แต่ถ้าผลลัพธ์ที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 0 แสดงว่าชุดของข้อมูลที่อ่านได้ไม่ซ้ำซ้อนกับชุดข้อมูลเดิมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ก็จะทำการเก็บชุดข้อมูลที่อ่านได้เข้าไปแทนที่ชุดข้อมูลเก่าที่อยู่ในหน่วยความจำ

เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลชุดต่อไป และจะส่งชุดข้อมูลนี้ไปสู่กระบวนการในขั้นต่อไป ซึ่งก็คือกระบวนการการตรวจสอบเบื้องต้น

ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของชุด โปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

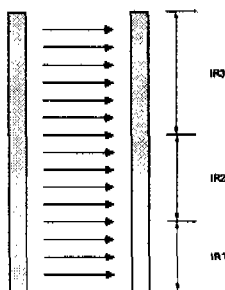


ตารางที่ 4.1 แสดงค่าผลลัพธ์จากนิพจน์ XOR

X	Y	X XOR Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ในกระบวนการของการตรวจสอบชุดข้อมูลเบื้องต้นนั้นจะทำการตรวจสอบและตัดสินใจเบื้องต้นว่าชุดข้อมูลของสถานะของตัวรับสัญญาณที่อ่านมาได้นั้นมีข้อมูลมากเพียงพอต่อการนำไปพิจารณาในการตัดสินใจจำแนกประเภทของยานพาหนะได้หรือไม่ โดยหลักการที่ใช้จะทำการแบ่งชุดข้อมูลทั้ง 208 ตัว ออกเป็น 3 ส่วนคือข้อมูลลำดับที่ 1 – 20 จะเป็นข้อมูลในส่วนแรก ส่วนที่สองคือข้อมูลในลำดับที่ 21 – 100 และข้อมูลในส่วนสุดท้ายคือข้อมูลในลำดับที่ 101 – 208 โดยทำการหาผลรวมของค่าสถานะของตัวรับสัญญาณในแต่ละส่วนทั้ง 3 ส่วน ซึ่งข้อมูลในส่วนแรกจะเป็นข้อมูลบริเวณล้อของยานพาหนะ และข้อมูลในส่วนที่สองจะมีข้อมูลบริเวณส่วนหน้าในยานพาหนะขนาดเล็กและเป็นข้อมูลเกี่ยวกับส่วนพ่วงต่อในยานพาหนะขนาดใหญ่ ในส่วนสุดท้ายจะมีข้อมูลในส่วนหน้าของยานพาหนะขนาดใหญ่เพื่อหาผลรวมของค่าสถานะของตัวรับสัญญาณในแต่ละส่วน จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่เป็นค่าที่กำหนดว่าเป็นค่าต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลของแต่ละส่วน ถ้ามีค่าของผลรวมของสถานะตัวรับสัญญาณของส่วนใด ๆ มีผลลัพท์มากกว่าค่าที่ต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลในส่วนนั้นๆ ก็จะยอมรับข้อมูลของชุดข้อมูลนั้นๆว่ามีข้อมูลเพียงพอที่จะส่งไปทำการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป แต่หากไม่มีค่าของผลรวมของสถานะตัวรับสัญญาณของส่วนใด ๆ มากกว่าค่าที่ต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลในส่วนนั้นๆ ก็จะถือว่าชุดข้อมูลชุดนั้นๆ ไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์ ดังภาพที่ 4.2 และ 4.3

ภาพที่ 4.2 แสดงการแบ่งส่วนของชุดข้อมูล



ภาพที่ 4.3 แสดงการตรวจสอบชุดข้อมูลเบื้องต้น

จะยอมรับชุดของข้อมูลเมื่อ

$$(\sum (IR1) > L_1) \text{ or } (\sum (IR2) > L_2) \text{ or } (\sum (IR3) > L_3)$$

โดยที่

IR1 = ค่าสถานะของตัวรับสัญญาณในช่วงล่าง (1-20)

IR2 = ค่าสถานะของตัวรับสัญญาณในช่วงกลาง (21-100)

IR3 = ค่าสถานะของตัวรับสัญญาณในช่วงบน (101-208)

L_1 = ค่าต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลของในส่วนล่าง

L_2 = ค่าต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลของในส่วนกลาง

L_3 = ค่าต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลของในส่วนบน

การทำเช่นนี้จะสามารถช่วยในการกลั่นกรองข้อมูลเบื้องต้น และช่วยในการกำจัดชุดข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์หรือถูกรบกวนได้ ซึ่งถ้าจำนวนชุดของข้อมูลที่ต้องการทำการคำนวณน้อยลงเวลาที่ใช้ในการคำนวณก็จะลดลงด้วย ส่งผลให้เวลารวมของระบบลดลงด้วย ซึ่งในการคัดเลือกข้อมูลตรงส่วนนี้จะสำคัญตรงค่าที่ต่ำสุดของการยอมรับข้อมูลในแต่ละส่วน เพราะถ้ามีการกำหนดค่าที่ต่ำเกินไปจะทำให้ไม่สามารถกำจัดชุดข้อมูลที่ไม่มีความจำเป็นออกไปได้กลับจะเพิ่มเวลาทำงานให้ระบบ และในทางกลับกันถ้ามีการกำหนดค่าที่สูงเกินไป ก็จะทำให้เกิดชุดของข้อมูลที่ยอมรับว่ามีข้อมูลน้อยลง ส่งผลให้เวลาลดลงจริง แต่ถ้าข้อมูลน้อยเกินไปก็อาจจะทำให้ระบบไม่สามารถจำแนกประเภทของยานพาหนะได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทดลองและพบว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับ L_1 , L_2 และ L_3 คือ 2, 25 และ 40 ตามลำดับ

ชุดของข้อมูลที่ผ่านมาการกลั่นกรองเบื้องต้นแล้วจำนวน 208 ตัว จะถูกส่งต่อไปเพื่อประมวลผลต่อที่เครื่อง PC ซึ่งในการส่งผ่านข้อมูลจะส่งผ่านสาย UTP ที่มี Shield โดยมีอัตราการส่งข้อมูลที่ 57600 บิตต่อวินาที ซึ่งจะพบว่าถ้าส่งข้อมูลในรูปแบบข้อมูลฐานสอง (Binary) จะต้องใช้เวลานานมากในการส่ง เพราะในการส่งข้อมูลผ่านสาย UTP จะใช้วิธีในการส่งข้อมูลเป็นอนุกรมโดยส่งข้อมูลทีละตัว เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการส่งชุดข้อมูลแต่ละชุดจะใช้เวลาานานมาก และจากการทดลองพบว่า จะเกิดการสูญหายของชุดข้อมูลบางชุด รวมถึงเกิดความไม่ครบถ้วนของชุดข้อมูล และจาก

การที่ข้อมูลที่ได้รับไม่ครบถ้วนหรือใช้เวลานานในการส่งข้อมูล จะส่งผลกระทบต่อระบบการ
 จำแนกประเภทยานพาหนะทำให้ได้ผลลัพธ์ในการจำแนกประเภทผิดพลาด หรือต้องใช้เวลา
 ในการประมวลผลเนื่องจากจำเป็นจะต้องรอข้อมูลทั้งหมด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีการรวมกลุ่มของ
 ชุดข้อมูล และจัดรูปแบบของชุดข้อมูลใหม่โดย การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเลขฐาน
 16 เพื่อลดจำนวนของข้อมูลที่ต้องส่งในแต่ละชุดข้อมูล และลดเวลาในการส่งดังที่ได้แสดงในตาราง
 ที่ 4.2 ที่แสดงการเปรียบเทียบการส่งข้อมูลในรูปแบบฐานสอง ฐานแปด และฐานสิบหก

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการส่งข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ	ข้อมูล							
	0	0	1	1	1	1	1	1
ลักษณะของชุดข้อมูลที่จะส่ง	0	0	1	1	1	1	1	1
รูปแบบเมื่อส่งเป็นฐานสอง	00000000	00000000	00000001	00000001	00000001	00000001	00000001	00000001
รูปแบบเมื่อส่งเป็นฐานแปด	00000011				00001111			
ลักษณะชุดข้อมูลเมื่อเป็นฐานสิบหก	3F							
รูปแบบเมื่อส่งเป็นฐานสิบหก	00111111							

จะพบว่าถ้ามีการจัดรูปแบบเป็นลักษณะของเลขฐานสิบหกจะสามารถส่งข้อมูลได้

ชุดข้อมูล 208 ตัว จัดเป็นรูปแบบเลขฐานสิบหกจะมีจำนวนข้อมูล $208/8 = 26$ ตัว

ข้อมูล 26 ตัว มีจำนวนทั้งหมด $26*8 = 208$ บิต

ใช้อัตราในการส่งข้อมูล 57600 บิตต่อวินาที ดังนั้นใน 1 วินาทีจะส่งได้

$$57600/208 = 276.92 \text{ ชุดข้อมูล}$$

และข้อมูล 1 ชุดจะใช้เวลาในการส่ง $208/57600 = 0.36*10^{-2}$ วินาที

จะพบว่าถ้ามีการจัดรูปแบบของชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเลขฐาน 16 จะสามารถช่วย
 ลดเวลาที่ใช้ในการส่งชุดข้อมูลได้ และช่วยให้การส่งชุดข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงสุด ถึงอย่างไรก็ดี
 ในการส่งข้อมูลผ่านสาย UTP ก็มีโอกาที่จะเกิดการสูญหายหรือการผิดพลาดได้เนื่องจากการถู
 กรบกวนสัญญาณ นอกจากนี้ในการส่งข้อมูลผ่านสาย UTP ก็อาจจะมีการส่งสถานะการทำงานอื่นๆ
 ของอุปกรณ์ด้วย เพื่อให้ทราบสถานะและสภาวะการทำงานว่ามีข้อผิดพลาดหรือเสียหายที่ใด ดังนั้น
 จึงมีการกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลที่ส่งเพื่อใช้ในการตรวจสอบเพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อ
 มูลที่เกิดจากการส่ง รวมถึงป้องกันการสับสนในการสื่อสารโดยมีการกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูล
 เป็นโปรโตคอลดังนี้

<STX><DEVICE_ID><PACKAGE_ID><LEN><CMD><STATUS><DATA><LRC>

โดยที่

STX	=	ส่วนหัวของชุดข้อมูลเพื่อใช้บอกจุดเริ่มต้นของชุดข้อมูล
DEVICE_ID	=	เป็นตัวกำหนดว่ามาจาก Device ไດ
PACKAGE_ID	=	เป็นหมายเลขของชุดข้อมูลจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆทีละหนึ่งในการส่งแต่ละครั้ง ใช้ในการลดความซ้ำซ้อนของการรับข้อมูลและตรวจสอบการสูญหายของข้อมูล
LEN	=	ความยาว(จำนวน)ของข้อมูลที่ส่ง
CMD	=	ค่าของคำสั่งที่มีการเรียกไปหรือส่งกลับมา
STATUS	=	ผลของการทำงานถ้าเป็น 0x00 ถือว่าสำเร็จถ้าเป็นอย่างอื่นนอกจากนี้ถือว่าไม่สำเร็จ
DATA	=	ชุดของข้อมูลที่จะทำการส่ง
LRC	=	ค่าผลลัพธ์ของการนำข้อมูลทุกตัวตั้งแต่ STX จนถึง DATA มากระทำการ Exclusive-OR (XOR) กันเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของชุดข้อมูล

หลังจากมีการจัดรูปแบบของข้อมูลและใส่โปรโตคอลเข้าไปแล้วข้อมูลก็จะถูกทำการส่งผ่านสาย UTP เพื่อไปประมวลผลในขั้นต่อไปบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์(PC) โดยในการส่งจะสามารถส่งได้

ชุดข้อมูล 208 ตัว จัดเป็นรูปแบบเลขฐานสิบหกจะมีจำนวนข้อมูล $208/8 = 26$ ตัว

จัดรูปแบบโดยใส่โปรโตคอลจะมีจำนวนข้อมูล = $26+7 = 33$ ตัว

ข้อมูล 33 ตัว มีจำนวนทั้งหมด $33*8 = 264$ บิต

ใช้อัตราในการส่งข้อมูล 57600 บิตต่อวินาที ดังนั้นใน 1 วินาทีจะส่งได้

$$57600/264 = 218.18 \text{ ชุดข้อมูล}$$

และข้อมูล 1 ชุดจะใช้เวลาในการส่ง $264/57600 = 0.45*10^{-2}$ วินาที

เมื่อระบบได้ทำการส่งชุดของข้อมูลแล้วระบบก็จะกลับไปเริ่มต้นทำงานรอบใหม่ในการอ่านค่าสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดวนอย่างนี้เรื่อยไป ซึ่งนอกจากจะทำการส่งชุดข้อมูลของสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดแล้ว ระบบยังสามารถตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดได้ โดยจะมีการตรวจสอบในช่วงที่ไม่มีวัตถุเข้ามาบังลำแสง

อินฟราเรด ถ้ามีสถานะตัวใดของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดมีสถานะเป็น 1 ตลอด หรือในกรณีที่สถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดตัวข้างเคียงเป็น 1 หมดแต่ให้ค่าสถานะเป็น 0 หรือในกรณีที่ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวตลอดทั้งๆที่เป็นจริงไม่มีวัตถุผ่านเข้ามาในระบบมาบดบังลำแสงอินฟราเรด ซึ่งอาการเหล่านี้ถือเป็น อาการของการเกิดความผิดพลาดขึ้นในอุปกรณ์ โดยอาจจะมีสาเหตุมาจากความไม่สม่ำเสมอของกระแสไฟฟ้าที่มาเลี้ยงอุปกรณ์ ตัวรับสัญญาณอินฟราเรดเกิดปัญหา หรือเกิดปัญหากับตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด ซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานก็จะรายงานถึงความผิดปกตินี้ไปยัง PC โดยใช้โปรโตคอลในการสื่อสารเดียวกันกับการส่งชุดข้อมูลของสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรด โดยจะเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางตัวทั้งนี้เพื่อให้ระบบทราบว่าเป็นการแจ้งสถานะของอุปกรณ์ หรือเป็นการส่งข้อมูลของสถานะของตัวรับสัญญาณอินฟราเรด โดยชุดของข้อมูลที่ส่งไปยัง PC จะมีซอฟต์แวร์คำสั่งที่จะใช้ในการจัดการกับชุดข้อมูลเพื่อพิจารณาจำแนกประเภทยานพาหนะโดยซอฟต์แวร์คำสั่งบน PC จะได้กล่าวถึงในบทต่อไป