รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบลานจอดรถภายในอาคารแบบอัจฉริยะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Microcontroller based Intelligence Car parking

รศ. ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2554
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย เครื่องมือ ตลอดจนสถานที่ เป็นอย่างดี จากคณะบุคลากรทั้งฝ่ายวิชาการและฝ่ายสนับสนุนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทางคณะนักวิจัยจึงขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาศนี้ด้วย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
QA
76.73
.C15
P852 ธ ป.2

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..121365
วัน, เดือน, ปี 4 ก.ค. 2555

b.18400745
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ในการจอดรถยนตร์ตามลานจอดรถอาคารสูงจำนวนหลายๆชั้น มักจะประสบปัญหาในกรณีที่มีผู้ใช้บริการจำนวนมาก ทำให้ลานจอดรถชั้นแรกๆเต็ม ถ้าไม่มีพนักงานคอยจัดการแล้ว ก็จะทำให้เกิดการขับรถวนไปเพื่อหาที่จอด โดยที่ผู้ขับขี่ไม่รู้ว่าที่จอดรถชั้นนั้นๆเต็มแล้ว ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นปัญหาที่ควรจะต้องมีการแก้ไข โดยมีแนวความคิดคือจะต้องมีการนับรถที่เข้าออกในชั้นนั้น ก็จะบอกได้ว่ามีที่จอดเหลือว่างอยู่กี่ที่แล้วนำจำนวนที่ว่างและตำแหน่งมาแสดงบนจอแสดงผลขนาดใหญ่ ตรงทางเข้าของแต่ละชั้น เมื่อผู้ขับขี่เห็นข้อมูลที่จอว่ามีชั้นไหนว่าง ชั้นไหนเต็มแล้ว ก็จะได้ไม่ต้องเสียเวลาวนรถเพื่อหาที่จอดโดยไม่จำเป็น ระบบลานจอดรถภายในอาคารแบบอัจฉริยะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ ออกแบบโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ใช้งานง่าย และติดตั้งได้ง่ายจึงได้ออกแบบเป็นระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้ไมโครคอลโทรเลอร์ Propeller P8X32A-D40 และโปรแกรมซึ่งใช้ภาษา Spin ในการติดต่อกับเซนเซอร์แบบอนุกรม และส่วนการแสดงผลบนจอทีวีขนาดใหญ่

Abstract

Microcontroller based Intelligent Car Parking is established and implemented in this research. Normally problem in the car park building is the driver has no information about the space for parking in each floor. This research proposes the main idea to solve this problem by using a model illustrated an embedded system for intelligent guidance. The Parallax P8X32A-D40 microcontroller is selected to use as a core processor. A serial sensors interface and TV display information are implemented using SPIN language programming.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทนำ

หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ระยะเวลาดำเนินโครงการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

หลักการและทฤษฎี

โครงสร้างของระบบ

เซนเซอร์ (Sensor)

วงจร Encoder

ไมโครคอลโทรลเลอร์

คุณสมบัติเด่นของโพรเพลเลอร์

หลักการทำงานของโพรเพลเลอร์

ค็อก (Cogs)

ฮับ(Hub) : ส่วนเชื่อมโยงหลัก

คอลโทรลเลอร์บอร์ด

การใช้งานโปรแกรมภาษา Spin บน Propeller เบื้องต้น

การออกแบบระบบ

ส่วนประมวลผลหลัก

วงจรตรวจจับรถยนต์เข้า-ออก

ส่วนประกอบของวงจรเซนเซอร์แสง

หลักการทำงานวงจรตรวจจับรถยนต์เข้า-ออก

การติดตั้งเซนเซอร์แสงนับจำนวนรถที่วิ่งเข้าออก

วงจรประมวลผลลานจอดรถ

การทำงานทั้งระบบ

การทดลองและผลการทดลอง

สรุปผล

ภาคผนวก

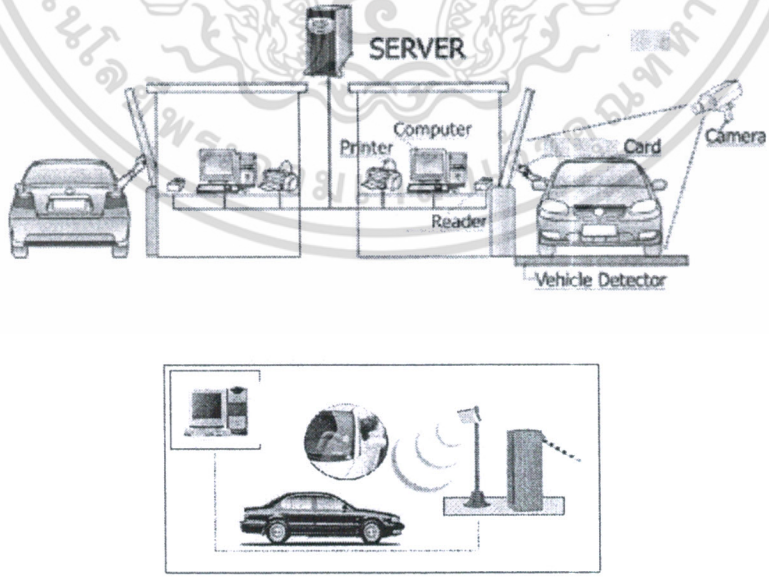
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ รถยนต์ถือได้ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกสบายให้กับตนเองและผู้อื่น รถยนต์จึงถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ทำให้สถานที่ต่างๆ ทั้งสถานที่ราชการ สถานที่ทำงาน สถานที่ท่องเที่ยว พักผ่อนหย่อนใจ รวมถึงห้างสรรพสินค้านั้นจำเป็นต้องมีที่จอดรถไว้สำหรับบริการลูกค้าหรือพนักงานแม้จะมีการเตรียมที่จอดรถไว้สำหรับบริการลูกค้า หรือพนักงาน แต่ก็ยังเกิดปัญหาคือมีที่จอดรถจำนวนจำกัดไม่เพียงพอสำหรับรถยนต์ บางแห่งจึงมีคนเฝ้าที่จอดรถตลอดเวลา เพื่อที่จะได้ทราบว่ามีช่องว่างเหลือให้จอดรถยนต์หรือไม่ จึงได้มีการพัฒนาโครงงานนี้ขึ้น เพื่อให้ได้ทราบว่าภายในลานจอดรถยนต์นั้นมีที่ว่างหรือไม่โดยไม่ต้องใช้คนเฝ้าใช้แค่ผู้ดูแลเท่านั้น

หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย

ระบบการจัดการลานจอดรถยนต์สำหรับพื้นที่จอดรถบนอาคารสูง ที่มีจำนวนหลายๆชั้นนั้น ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีทั้งทางด้านสารสนเทศร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์และระบบทางกล เข้ามาประยุกต์ใช้เป็นจำนวนมาก ดังจะสังเกตได้จากการเข้าไปใช้บริการที่จอดรถตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ ซึ่งแต่ละแห่งก็จะใช้ระบบที่แตกต่างกัน เริ่มต้นตรงทางเข้าก็จะมีระบบการลงทะเบียนโดยการรับบัตรเข้าสถานที่ การวิ่งเข้าไปหาที่จอดรถในแต่ละชั้น การคืนบัตรเมื่อออกจากที่จอดรถแล้ว ตลอดไปถึงระบบการคิดค่าบริการด้วย เทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ก็อย่างเช่น การใช้ระบบบัตรแม่เหล็ก ระบบรหัสแถบ ระบบ RFID และระบบบันทึกภาพด้วยกล้องวงจรปิด ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เทคโนโลยีกับลานจอดรถ (ที่มา http://www.rfidbasic.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบดังกล่าวนี้ เป็นระบบที่จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการลานจอดรถ และยังให้ความมั่นใจทางด้านความปลอดภัยได้ในระดับหนึ่ง ส่วนทางด้านผู้ให้บริการก็จะได้รับประโยชน์ในเรื่องการบริหารจัดการที่เป็นระบบไม่รั่วไหลและมีความน่าเชื่อถือได้ที่สูง

แต่ปัญหาที่ผู้ใช้บริการจะพบบ่อยๆก็คือ หลังจากที่ผ่านเข้ามาในอาคารจอดรถแล้วไม่รู้ว่าจะไปจอดรถที่ชั้นไหน ดังนั้นจะต้องขับรถวนเข้าไปดูเพื่อหาที่ว่างสำหรับจอดรถเอาเอง ถ้าชั้นแรกเต็มก็จะต้องขับรถวนขึ้นไปในชั้นต่อๆไปด้วย ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิง และเพิ่มมลภาวะทางอากาศ และยังไปเพิ่มสภาวะโลกร้อนอีกด้วย และผลทางอารมณ์ของผู้ใช้บริการก็จะไปมีผลต่อการใช้บริการอย่างอื่นๆด้วย เช่น ในกรณีที่เป็นห้างสรรพสินค้าเป็นต้น

ด้วยเหตุผลนี้ทางผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะเอาเซนเซอร์ทางแสง มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อออกแบบระบบต้นแบบสำหรับการนำทางผู้ใช้บริการให้ขับรถไปยังที่ๆว่างในลานจอดรถบนแต่ละชั้นได้ โดยคำนึงถึงการใช้เวลาในการหาที่จอดให้น้อยที่สุด และต้องเป็นระบบที่นำไปออกแบบใช้งานได้จริงในอาคารที่จอดรถแบบต่างๆ และที่สำคัญที่สุดต้องเป็นระบบที่มีราคาถูก และสามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมการทำงานให้สามารถใช้ได้กับทุกสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันภายในอาคาร โดยใช้เวลาในการติดตั้งน้อยที่สุดด้วย

วัตถุประสงค์

วิจัย ออกแบบ และพัฒนาสร้างต้นแบบระบบนำทางสำหรับการจอดรถอัจฉริยะที่ควบคุมการทำงาน สั่งงาน และแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

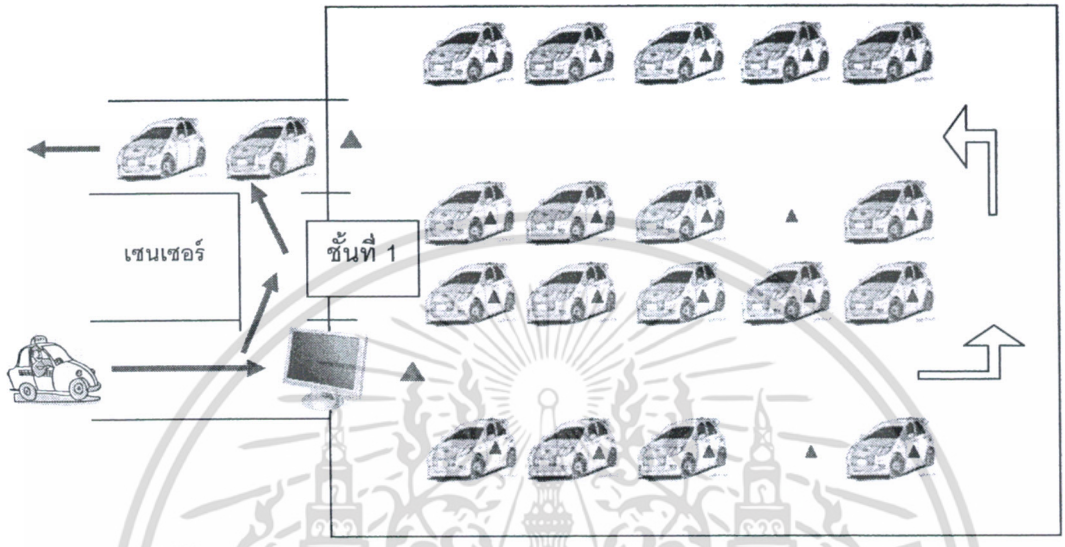
สร้างต้นแบบเพื่อสาธิตระบบนำทางสำหรับการจอดรถอัจฉริยะที่ควบคุมการทำงาน สั่งงาน และแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับอาคารจอดรถหลายชั้นได้

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทางผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการทำวิจัยทางด้านการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องจักร สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยได้ทำงานวิจัยร่วมกันกับ บริษัทแกรนด์ ลาเบล จำกัด สำเร็จลุล่วงไปแล้ว 2 โครงการ ในปี 2549 และปี 2550 เป็นโครงการวิจัยสร้างเครื่องตัดลาเบล และครื่องตรวจสอบลักษณะผิดปรกติบนผืนผ้าทอ แบบอัตโนมัติ ทั้งสองโครงการนี้จะเป็นแนวทางในการนำเอาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์ และการแสดงผลภาพบนจอภาพมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในโครงการวิจัยนี้ต่อไป สำหรับต้นแบบระบบที่จะวิจัยและออกแบบนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การทำงานโดยรวมของระบบ

ระยะเวลาดำเนินโครงการ

12 เดือน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

ลดการสูญเสียพลังงานเชื้อเพลิงโดยไม่เกิดประโยชน์ ลดเวลาในการหาที่จอดรถ เพิ่มความน่าเชื่อถือทางด้านบริการสำหรับผู้ให้บริการ

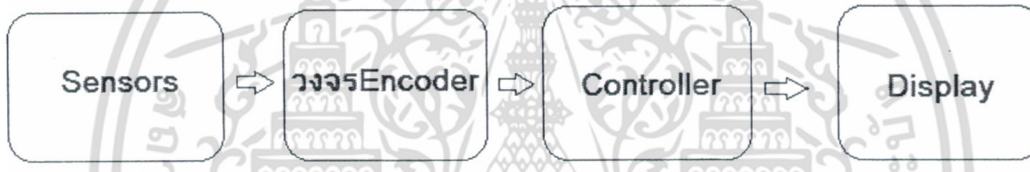
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการและทฤษฎี

โครงสร้างของระบบ

เซนเซอร์ที่ทางเข้าและทางออกทำหน้าที่คอยตรวจจับรถยนต์เข้า-ออกแล้วส่งค่าไปที่ส่วนควบคุม และแสดงผลการนับรถเข้า รถออก ไปยังหน้าจอ โดยจะมีเซนเซอร์ตรวจจุดจอดรถยนต์แต่ละจุดในแต่ละชั้น คอยส่งค่าไปที่วงจรควบคุม แล้วส่งค่าไปแสดงยังหน้าจอเช่นกัน

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมลานจอดรถยนต์จะจัดการในการบันทึกรายละเอียดรถยนต์เข้าและออกพร้อมทั้งรับค่าจากเซนเซอร์จากจุดจอดรถยนต์ในแต่ละจุดไปเก็บค่าต่างๆลงไว้ในฐานข้อมูลเพื่อบันทึก และสามารถแสดงแผนที่จอดรถยนต์ของแต่ละชั้นเพื่อให้สามารถดูได้ว่าจุดจอดรถยนต์ตรงไหนว่างหรือไม่ว่าง



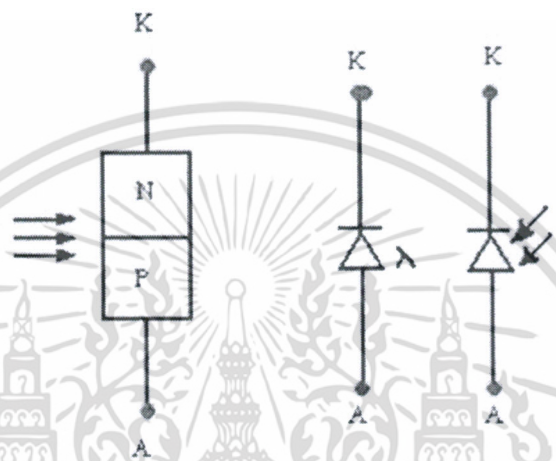
รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมของระบบลานจอดรถอัจฉริยะ

เซนเซอร์ (Sensor)

เซนเซอร์ เป็นชุดอุปกรณ์หรือวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น แสง เสียง ที่อยู่รอบตัวมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งไปยังส่วนควบคุมของเครื่องไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น หุ่นยนต์ หากเปรียบเทียบการทำงานกับมนุษย์แล้ว เซนเซอร์ก็เหมือนตา หู หรือผิวหนังของมนุษย์ที่จะคอยรับรู้สภาพแวดล้อมภายนอกนั่นเอง ซึ่งในเบื้องต้นเราสามารถแบ่งชนิดของเซนเซอร์ได้เป็น เซนเซอร์แสง เซนเซอร์เสียง และเซนเซอร์อินฟราเรด เซนเซอร์ใดๆนั้นจะมีหลักการเหมือนกัน คือต้องมีตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณ ทำงานโดยนำสัญญาณที่ได้จากตัวรับมาประมวลผล ซึ่งเซนเซอร์ที่ใช้จะเป็นเซนเซอร์แสง เซ็นเซอร์แสง มีหลายแบบ แต่ละแบบทำงานในลักษณะเดียวกันคือมีตัวส่งแสงอินฟาเรดไปกระทบวัตถุ ถ้าวัตถุนั้นสามารถสะท้อนแสงได้ดีแสงดังกล่าวก็จะมาเป็น อินพุตให้อุปกรณ์รับแสงซึ่งอาจจะเป็น โฟโต้ไดโอด โฟโต้ทรานซิสเตอร์ แอลดีอาร์ หรืออาจจะใช้อุปกรณ์ เซ็นเซอร์แสงแบบสำเร็จก็มีขาย คือมีทั้งตัวส่งและตัวรับในตัวถังเดียวกัน แต่ถ้าวัตถุไม่สะท้อนแสงหรือสะท้อนแสงได้น้อย เช่นวัตถุสีดำ ตัวรับก็จะไม่นำกระแสหรือนำกระแสเพียงเล็กน้อย ผลจากการเปลี่ยนแปลงของเซ็นเซอร์สามารถนำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดันให้เป็นค่าลอจิก ซึ่งจะง่ายกับการนำไปควบคุมงานที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโต้ไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟาเรด ในการรับใช้งานจะต้องต่อโฟโต้ไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ



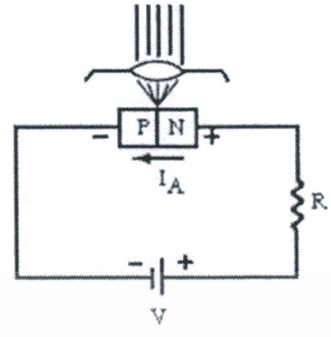
รูปที่ 4 โครงสร้างและสัญลักษณ์โฟโต้ไดโอด

จากรูปที่ 4 เป็นโครงสร้างของโฟโตไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอน เหมือนไดโอดธรรมดา เพียงแต่เพิ่มช่องรับแสงให้ผ่านเข้ารอยต่อของโฟโตไดโอด ทำให้สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดเหมือนสัญลักษณ์ของไดโอดธรรมดาและมีตัวแรมดา หรือลูกศรชี้เข้ากำกับอยู่

โฟโต้ไดโอด (Photo diode) อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำกระแสได้ก็เนื่องจากการให้พลังงานเพื่อดึงอิเลคตรอนให้หลุดจากบอนด์ เป็นผลทำให้เกิดอิเลคตรอนอิสระและโฮล และเมื่อให้แรงดันไฟฟ้าจะเกิดสนามไฟฟ้าในแท่งสารนั้นเป็นผลทำให้ประจุอิเลคตรองและโฮล เคลื่อนที่ โฟโต้ไดโอดจึงมีหลักการทำงานโดยอาศัยแสงในการเพิ่มพลังงานให้กับอิเลคตรอนในเนื้อสารกึ่งตัวนำ

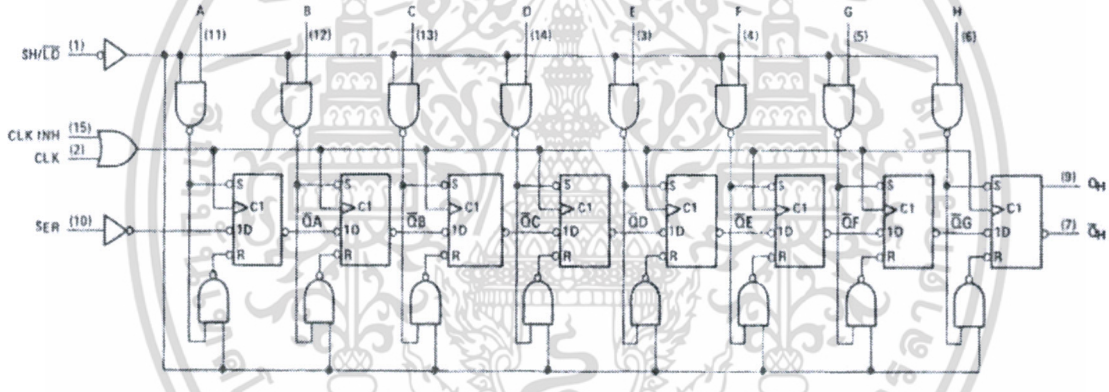
โดยปกติไดโอดจะถูกไบแอสตรงแต่ในขณะที่ไบแอสตรงนี้ จำนวนอิเลคตรอนและโฮลที่ในเนื้อสารมีจำนวนไม่มากนัก ดังนั้นกระแสที่ไหลในวงจรจึงเป็นส่วนน้อย ครั้นเมื่อส่วนของสารกึ่งตัวนำมีแสงส่องถูก จะทำให้เนื้อสารเกิดอิเลคตรอนอิสระและโฮลเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จำนวนอิเลคตรอนอิสระที่เกิดขึ้นจะแปรตรงกับความเข้มของแสงแต่เมื่อเพิ่มความเข้มของแสงจนถึงค่าหนึ่งจะไม่มีการเพิ่มของอิเลคตรอนอิสระอีกแล้วในช่วงนี้เราจะเรียกว่า ช่วงอิ่มตัว (Saturation region) ในขณะที่ไม่มีแสงตกกระทบจำนวนกระแสที่ไหลผ่านตัวไดโอดนี้เรียกว่า กระแสมืด (dark current)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การต่อวงจรทำงานให้โฟโตไดโอด

วงจร Encoder



รูปที่ 6 วงจรภายใน IC 74165

IC 74165 ทำหน้าที่เป็นตัว Encoder โดยจะรับข้อมูล Logic 0 หรือ Logic 1 จากตัว Sensors เข้ามาเป็นแบบขนาน และจะส่งข้อมูลเป็น Logic 0 หรือ Logic 1 เป็นแบบอนุกรมไปสู่ตัว Controller ทีละ 8 Bit

ไมโครคอลโทรลเลอร์

Propeller หรือ โพรเพลเลอร์ คือชื่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตอนุกรมใหม่จาก Parallax (www.parallax.com) ที่มีสถาปัตยกรรมที่พิเศษคือ มีซีพียูภายใน 8 ตัวหรือ 8 ค็อก (cog) ที่สามารถทำงานแยกจากกันอย่างอิสระหรือร่วมกันทำงานก็ได้ นับเป็นแนวคิดใหม่ที่ร่วมสมัย และนับเป็นการปฏิวัติวงการไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตครั้งสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับโพรเพลเลอร์ทำได้ด้วยโปรแกรมภาษาใหม่ที่เรียกว่า สปิน (spin) และภาษาแอสเซมบลี โดยภาษาสปินนั้นเป็นภาษาสูงที่มีการทำงานแบบออบเจ็กต์ (high-level object-based language)

คุณสมบัติเด่นของโพรเพลเลอร์

- ประกอบด้วย 8ซีพียู หรือเรียกว่า 8 ค็อก ที่สามารถทำงานได้พร้อมกันอย่างเป็นอิสระ โดยมีการควบคุมการใช้ทรัพยากรร่วมกันผ่านทางตัวเชื่อมโยงกลางหรือ central hub
- มีความเร็วในการทำงานสูงและด้วยการทำงานที่เป็นอิสระของแต่ละค็อกทำให้สามารถรองรับการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบได้อย่างเร็วเพียงพอ จึงไม่ต้องใช้กระบวนการอินเตอร์รัปต์ ช่วยทำให้การเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับการทำงานในแต่ละเหตุการณ์ลดความซับซ้อนลงได้อย่างมาก
- มีการใช้สัญญาณนาฬิกาของระบบร่วมกัน ทำให้สามารถอ้างอิงค่าเวลาหลักเดียวกันได้ทำให้การทำงานของแต่ละค็อกมีจังหวะที่สอดคล้องกัน
- ภาษาสปินซึ่งมีลักษณะเป็นโปรแกรมภาษาสูงแบบออบเจ็กต์ได้รับการออกแบบให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และสามารถรองรับการทำงานของโพรเพลเลอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
- ภาษาแอสเซมบลีของโพรเพลเลอร์ได้จัดเตรียมคำสั่งที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไข และมีตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานอย่างสมบูรณ์ ทั้งยังสามารถรองรับการทำงานในลักษณะที่ต้องมีการตัดสินใจพร้อมๆ กันหลายเงื่อนไขด้วย พร้อมกันนั้นยังมีการคำนึงถึงการลดสัญญาณรบกวนและความเพี้ยนของสัญญาณที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลคำสั่งและตัวคำสั่งเองมีรูปแบบการทำงานที่ตรงไปตรงมา ชัดเจน ส่งผลให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงได้อย่างมาก
- แต่ละค็อกจะประกอบด้วยตัวประมวลผลหรือโปรเซสเซอร์ที่มีการทำงานอย่างเป็นอิสระมีแรม 2 กิโลไบต์ ที่เมื่อกำหนดให้ทำงานเป็นรีจิสเตอร์ 32 บิต จะได้ทั้งสิ้นถึง 512 ตัว มีโมดูลตัวนับความสามารถสูงที่ทำงานร่วมกับเฟสล็อกลูป ทำให้แต่ละค็อกทำงานได้เร็วถึง 80 MHz มีวงจรกำเนิดสัญญาณและส่วนควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุตที่เป็นอิสระ
- สัญญาณนาฬิกาของระบบมาได้จาก 3 แหล่งคือ วงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายในเลือกได้ระหว่าง 12 หรือ 20 MHz จากแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายนอก และจากการทวีคูณความถี่ของคริสตอลด้วยวงจรเฟสล็อกลูป โดยปกติแล้วจะเลือกใช้คริสตอล 5 MHz แล้วเลือก PLL×16 ทำให้ได้สัญญาณนาฬิกาของระบบที่มีความถี่ 80 MHz ในขณะที่ส่วนเชื่อมโยงกลางจะทำงานด้วยความถี่ที่ลดลงครึ่งหนึ่งของสัญญาณนาฬิกาหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีขาพอร์ตอินพุตเอาต์รวม 32 ขา โดยกำหนดให้ใช้ 2 ขาสำหรับต่อหน่วยความจำอีอีพรอมสำหรับเก็บโปรแกรมของผู้ใช้งาน และอีก 2 ขาสำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรม สามารถขับกระแสซิงก์และซอร์สสูงสุด 40mA ต่อขา
- โพรเพลเลอร์ใช้หน่วยความจำอีอีพรอมภายนอกในการเก็บโปรแกรมของผู้ใช้งาน ทำให้อายุการใช้งานของตัวชิปจึงไม่ขึ้นกับจำนวนรอบของการลบและโปรแกรมใหม่ของหน่วยความจำโปรแกรม
- การดาวน์โหลดโปรแกรมทำได้ง่ายมากเพียงต่อเข้ากับวงจรเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม อาทิวงจรของไอซี MAX3232 หรือต่อผ่านชิปแปลงสัญญาณพอร์ต USB เป็นพอร์ตอนุกรมอย่าง FT232RL ไม่ต้องการเครื่องโปรแกรมใดๆ เพิ่มเติม
- ด้วยความเร็วในการทำงานที่สูง และมีส่วนกำเนิดสัญญาณภาพที่มากถึง 8 ชุด ทำให้เหมาะสมอย่างมากในการนำโพรเพลเลอร์ไปใช้ในการกำเนิดสัญญาณภาพไม่ว่าจะแสดงผลด้วยจอโทรทัศน์ด้วยสัญญาณวิดีโอ หรือแสดงผลด้วยจอ VGA ด้วยสัญญาณแม่สีแสง นั่นคือพื้นฐานหลักในการสร้างเครื่องเล่นวิดีโอเกม และการสร้างระบบนำเสนอ (presentation) ภาพกราฟิกด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงตัวเดียว
- สามารถเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ดและเมาส์ได้ และเมื่อรวมกับความสามารถการสร้างสัญญาณภาพได้ จึงสามารถนำ โพรเพลเลอร์ไปสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบใช้จอโทรทัศน์เป็นตัวแสดงผลได้
- ใช้ไฟเลี้ยงในย่าน 2.7 ถึง 3.6 V กระแสไฟฟ้าสูงสุดเมื่อขับโหลดเต็มที่คือ 300 mA
- มีตัวถังให้เลือกใช้ 3 แบบคือ DIP 40 ขา, LQFP 44 ขา และ QFN 44 ขา
- มีซอฟต์แวร์ Propeller IDE ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถสร้างระบบไฟล์ที่มีรูปการต่อวงจรได้ ทำให้สามารถนำโค้ดไปถ่ายทอดต่อได้สะดวก และช่วยให้การเรียนรู้ทำได้อย่างสมบูรณ์ครบวงจรและที่สำคัญซอฟต์แวร์แจกฟรี สามารถดาวโหลดเวอร์ชั่นล่าสุดได้ที่ www.parallax.com

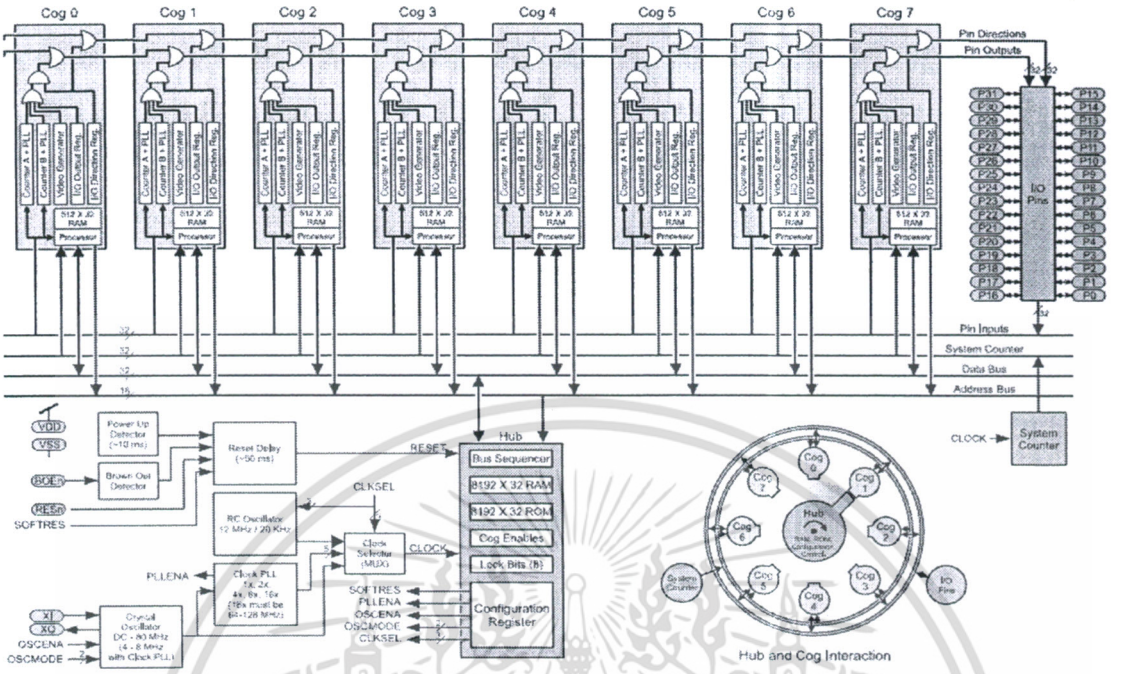
หลักการทำงานของโพรเพลเลอร์

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในของโพรเพลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยโปรเซสเซอร์ที่ทำงานแยกกันอิสระถึง 8 ชุด โดยจะเรียกโปรเซสเซอร์เหล่านี้ว่า Cog หมายเลข 0 ถึง 7

ค็อก (Cogs)

ในแต่ละค็อกจะประกอบไปด้วยหน่วยความจำแรม 2KB โดยกำหนดเป็นหน่วยความจำแบบ 32 บิต จำนวน 512 ตัว นอกจากนี้ภายในโปรเซสเซอร์แต่ละตัวยังมีโมดูลเคาน์เตอร์แบบพิเศษพร้อมเฟสล็อกลูป 2 ตัว โมดูลสร้างสัญญาณวิดีโอ รีจิสเตอร์พอร์ตเอาต์พุต รีจิสเตอร์กำหนดทิศทางของพอร์ตอินพุต และรีจิสเตอร์ตัวอื่นๆ ซึ่งไม่ได้แสดงให้เห็นในบล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 สถาปัตยกรรมของโพรเพลเลอร์

ค็อกทั้ง 8 ตัวทำงานด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาหลัก ซึ่งค็อกแต่ละตัวจะอ้างอิงการทำงานกันได้ด้วยสัญญาณนาฬิกา และจะเริ่มต้นทำงานพร้อมกันและใช้ทรัพยากรด้วยกัน ค็อกแต่ละตัวสามารถสั่งให้ทำงานหรือหยุดทำงาน ได้ในขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม และสามารถควบคุมให้แต่ละค็อกทำงานไปพร้อมๆ กันได้ โดยจะทำงานเป็นอิสระหรือ เชื่อมโยงถึงกันได้ผ่านหน่วยความจำแรมหลัก(Main RAM) ซึ่งแยกไปต่างหาก

หน่วยความจำภายในค็อกแต่ละตัว เรียกว่า ค็อกแรม (Cog RAM) โดยค็อกแรมจะแบ่งหน่วยความจำเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 32 บิตจำนวน 512 ตัวสามารถใช้งานได้อย่างอิสระ ยกเว้น รีจิสเตอร์ 16 ตำแหน่งสุดท้ายซึ่งสงวนไว้สำหรับรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่น พิเศษ เช่น รีจิสเตอร์เคาน์เตอร์ รีจิสเตอร์พอร์ตอินพุต เอาต์พุต เป็นต้น

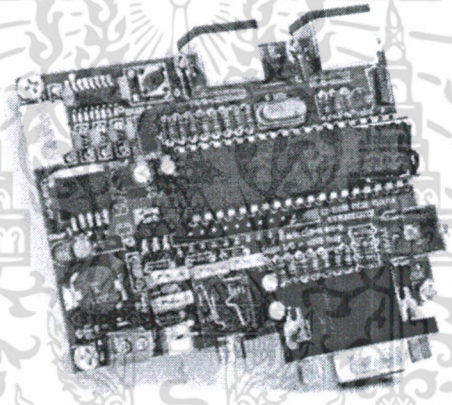
ฮับ(Hub) : ส่วนเชื่อมโยงหลัก

ฮับทำหน้าที่จัดระเบียบการทำงานของระบบทั้งหมด โดยจะยอมให้ค็อกทีละตัวเท่านั้นที่จะติดต่อกับทรัพยากรหลักของระบบ โดยจะหมุนเวียนติดต่อกับค็อกตั้งแต่หมาย 0 ถึง 7 แล้วกลับไปที่หมายเลข 0 ใหม่เป็นลักษณะวนรอบ ส่วนของฮับและระบบบัสของมันทำงานด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของสัญญาณนาฬิกาของทั้งระบบ ทำให้ค็อก 1 ตัวจะติดต่อทุกๆ 16 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา และใช้เวลา 7 ไซเกิลเพื่อเอ็กซิคิวซ์คำสั่ง ดังนั้น ฮับจะติดต่อกับค็อกตัวใดตัวหนึ่งได้ อาจใช้คาบเวลาเพียง 7 ไซเกิล หรือนานถึง 22 ไซเกิล เนื่องจากจะต้องรอให้ฮับวนจนครบรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลโทรลเลอร์บอร์ด

ใช้ MCU เบอร์ P8X32A –D40 ของ PARALLAX โดยจะเป็น MCU ที่มีความไวสูง ขนาด 32 บิต 8 Cog Multiprocessor โครงสร้างของ MCU จะเป็นตัวถังแบบ DIP 40 PIN สามารถทำงานได้ที่ความถี่สูงสุด 80 MHz ทำงานที่แรงดัน 2.7-3.6 VDC การพัฒนาโปรแกรมจะใช้ Software tool "Propeller V1.06" ซึ่ง Software ตัวนี้สามารถใช้เขียนโปรแกรม, Compile Code และ Download Code ผ่านทาง RS232 ได้เลย(ไม่สามารถ Debug ดูการทำงานเป็น STEP ได้) โดยภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมจะเป็นภาษา SPIN ซึ่งจะช่วยให้พัฒนาโปรแกรมได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เนื่องจากใน โปรแกรม Propeller นี้ จะมี Library ต่างๆสำหรับใช้ติดต่อระหว่างอุปกรณ์รอบข้างกับตัว MCU P8X32A ไว้ให้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งเวลาใช้งานผู้ใช้ก็สามารถเรียก Library มาใช้ได้เลย ตัวอย่างเช่น Library RS232 , Library VGA , Library TV , Library Keyboard , Mouse เป็นต้น

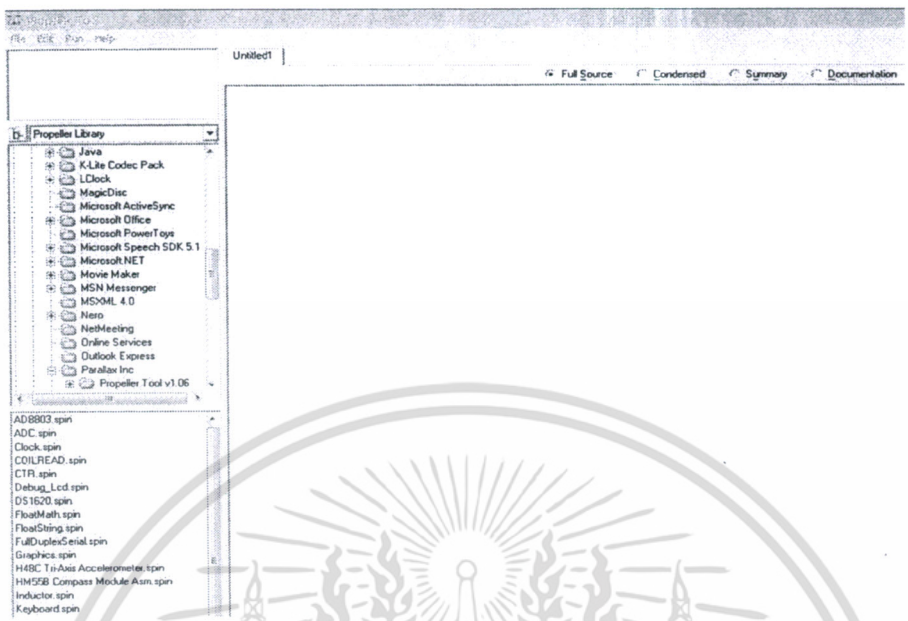


รูปที่ 8 บอร์ดโพรเพลเลอร์ PX32

การใช้งานโปรแกรมภาษา Spin บน Propeller เบื้องต้น

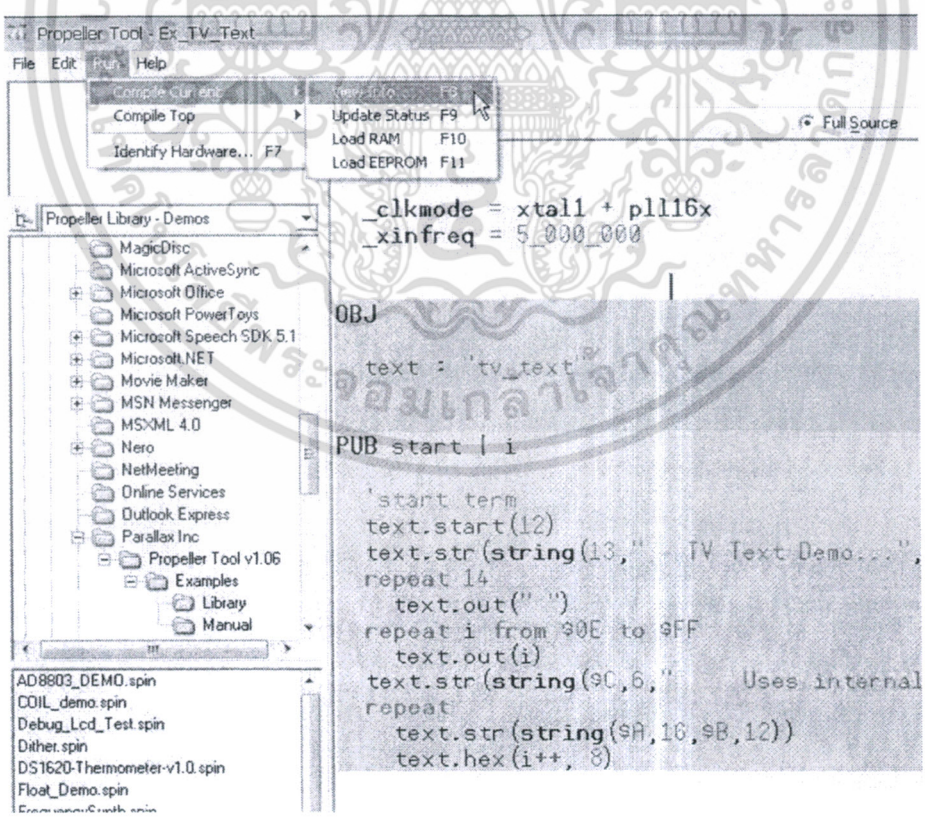
ติดตั้งโปรแกรม Propeller V1.06 ลงในเครื่อง แล้วให้เปิดโปรแกรม Propeller ขึ้นมาจะได้หน้าต่างดังรูปที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 หน้าต่างโปรแกรม Propeller

ส่วนหน้าต่างแสดงการแปลภาษา Spin และตัวอย่างการเขียนโปรแกรม แสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าต่างเมนู RUN และเลือก Compile Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

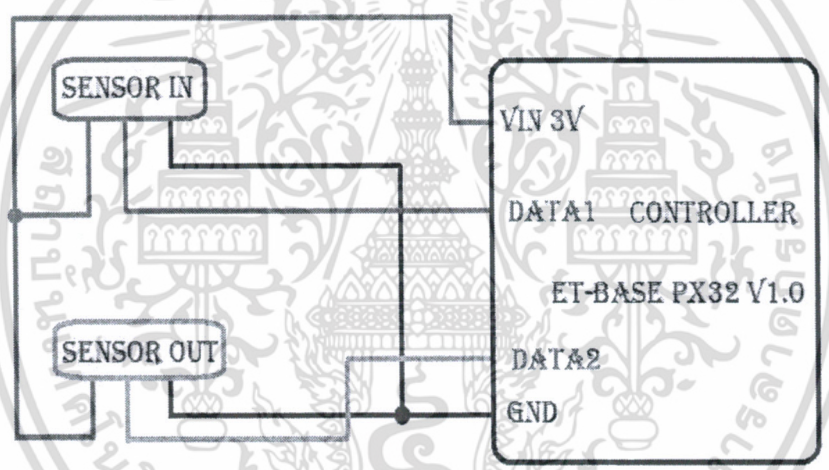
การออกแบบระบบ

ส่วนประมวลผลหลัก

วงจรประมวลผลหลักนี้จะประกอบไปด้วยวงจรย่อยๆ 2 ส่วน คือ วงจรตรวจจับรถยนต์ วงจรประมวลผลลานจอดรถ

วงจรตรวจจับรถยนต์เข้า-ออก

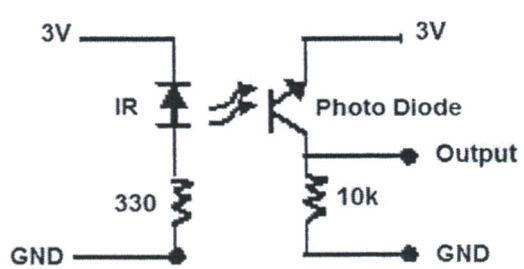
วงจรตรวจจับรถนี้ใช้เพื่อตรวจจับรถยนต์ที่วิ่งเข้า-ออกจากลานจอดรถและนับจำนวน แล้วส่งผลที่ได้เป็นข้อมูลออกทางหน้าจอ VGA หรือ TV ซึ่งวงจรดังกล่าวจะใช้วงจรเซนเซอร์แสงเป็นตัวตรวจจับ



รูปที่ 11 วงจรตรวจจับรถ

ส่วนประกอบของวงจรเซนเซอร์แสง

1. โฟโตไดโอดตัวรับและส่งในตัว
2. ตัวต้านทานขนาด 330Ω, 10kΩ



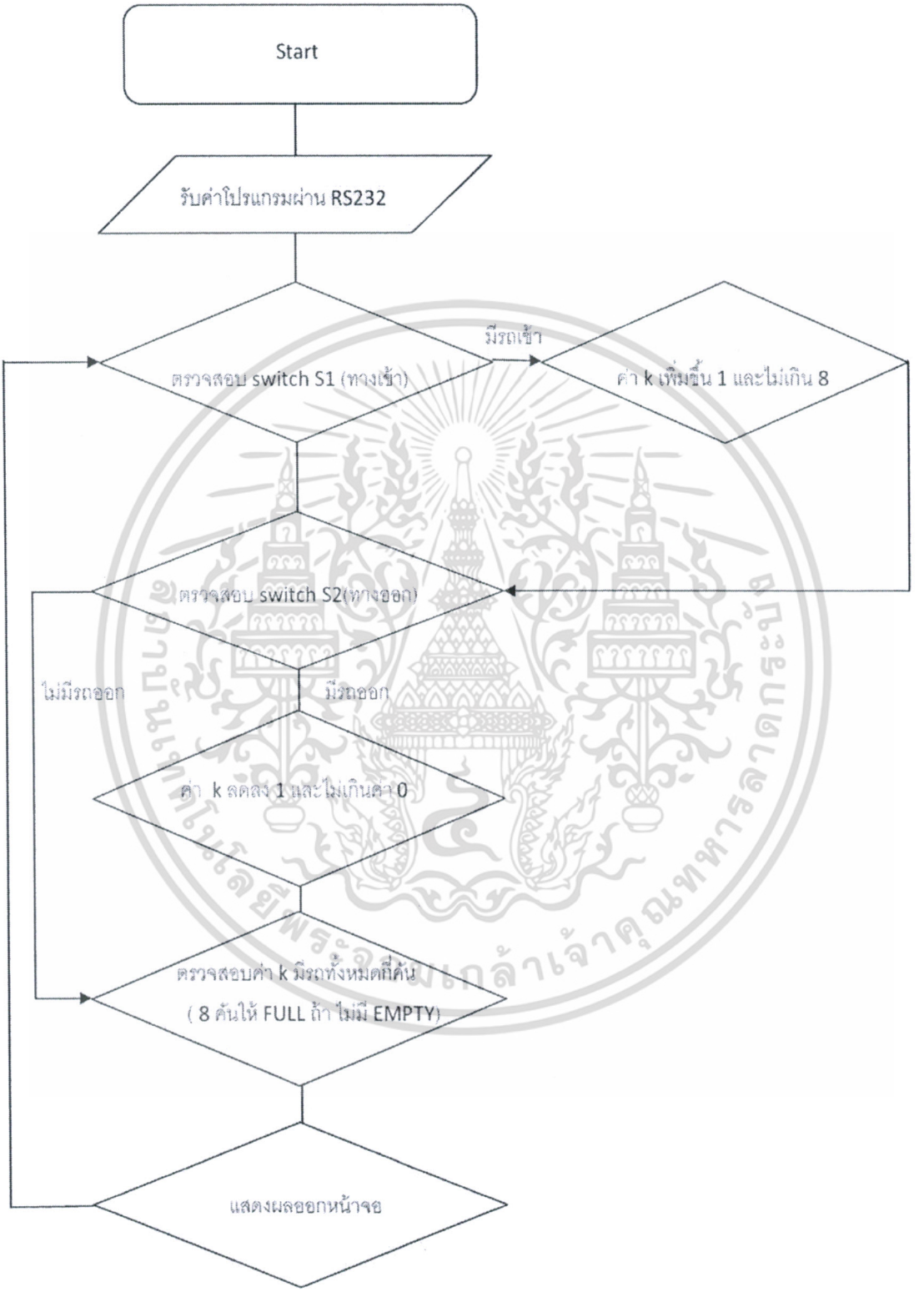
รูปที่ 12 วงจรเซนเซอร์แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานวงจรตรวจจับรถยนต์เข้า-ออก

วงจรตรวจจับรถยนต์เข้า-ออกมีหลักการทำงาน คือ เซนเซอร์แสงที่ใช้แบบสำเร็จ คือมีทั้งตัวส่งและตัวรับในตัวถังเดียวกัน โดยจะมีตัวส่งซึ่งใช้เป็นหลอด LED อินฟราเรดส่งแสงอินฟาเรดไปกระทบวัตถุ หากวัตถุนั้นสามารถสะท้อนแสงได้ดีแสงดังกล่าวก็จะมาเป็นอินพุตให้ตัวรับแสงซึ่งในวงจรนี้ใช้เป็นโฟโต้ไดโอด จึงเกิดกระแสไหลผ่านที่ขาเบส ไปควบคุมกระแสให้ไหลจากขาคอลเลกเตอร์มายังขาอีมิตเตอร์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้โฟโต้ไดโอดสามารถนำกระแสได้ กระแสนี้ทำให้มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 10KΩ เพิ่มขึ้น โดยค่าแรงดันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแสงอินฟราเรดที่โฟโต้ไดโอดได้รับจากLED อินฟราเรด แล้วนำผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของเซ็นเซอร์สามารถนำไปเข้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด การทำงานโดยรวมของระบบ แสดงให้เห็นขั้นตอนอย่างละเอียด ในรูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

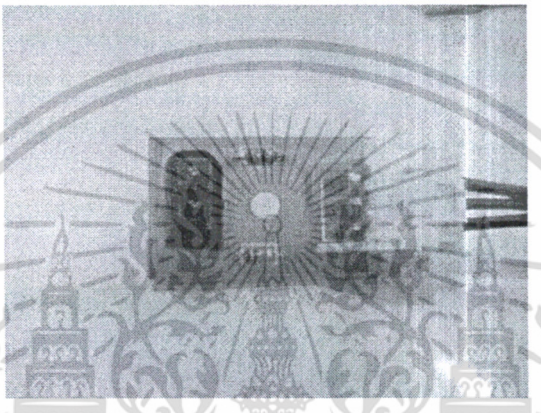


รูปที่ 13 โฟลว์ชาร์ทการทำงานวงจรตรวจจับรถยนต์เข้าและออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งเซนเซอร์แสงนับจำนวนรถที่วิ่งเข้าออก

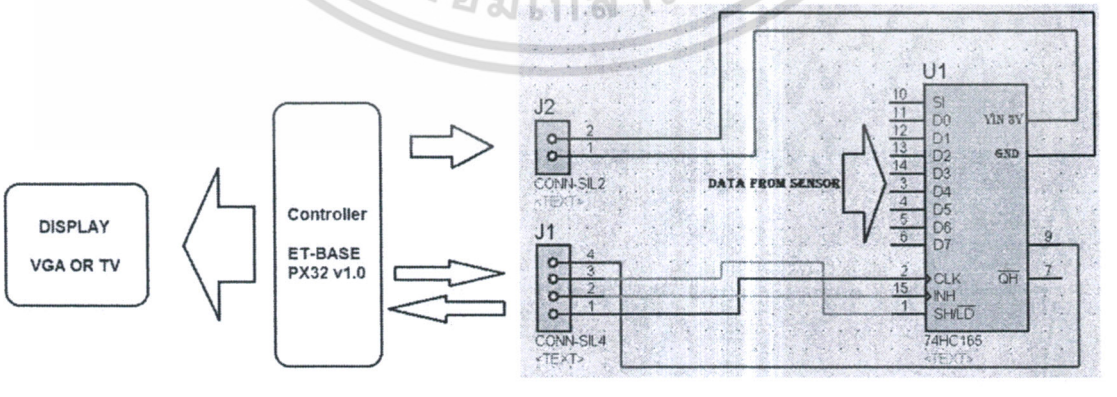
เนื่องจากการนับจำนวนรถที่วิ่งเข้าออกนั้นอาจเกิดการผิดพลาดขึ้นได้เนื่องจากสิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น จะสามารถแยกแยะได้อย่างไรว่าสิ่งที่นับอยู่เป็นรถจริงหรือไม่ จึงต้องออกแบบการติดตั้งวงจรเซนเซอร์ให้สามารถแยกได้ว่าสิ่งที่นับเป็นรถ โดยการติดเซนเซอร์แสงจำนวนสองชุดในระยะห่างกันพอสมควรเพื่อแยกขนาดวัตถุ หากเซนเซอร์สามารถตรวจจับวัตถุได้พร้อมกันจึงจะทำการนับ



รูปที่ 14 เซนเซอร์แสงนับจำนวนรถ

วงจรประมวลผลลานจอดรถ

วงจรประมวลผลลานจอดรถจะเป็นส่วนที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ตามที่จอดรถแต่ละช่องจอ แล้วแสดงแผนภาพลานจอดรถออกทางหน้าจอ VGA หรือ TV โดยแสดงภาพที่จอดรถใดว่างหรือไม่ว่างอยู่บ้างเพื่อสะดวกต่อผู้ใช้บริการที่จอดรถในลานจอดรถนั้นๆ

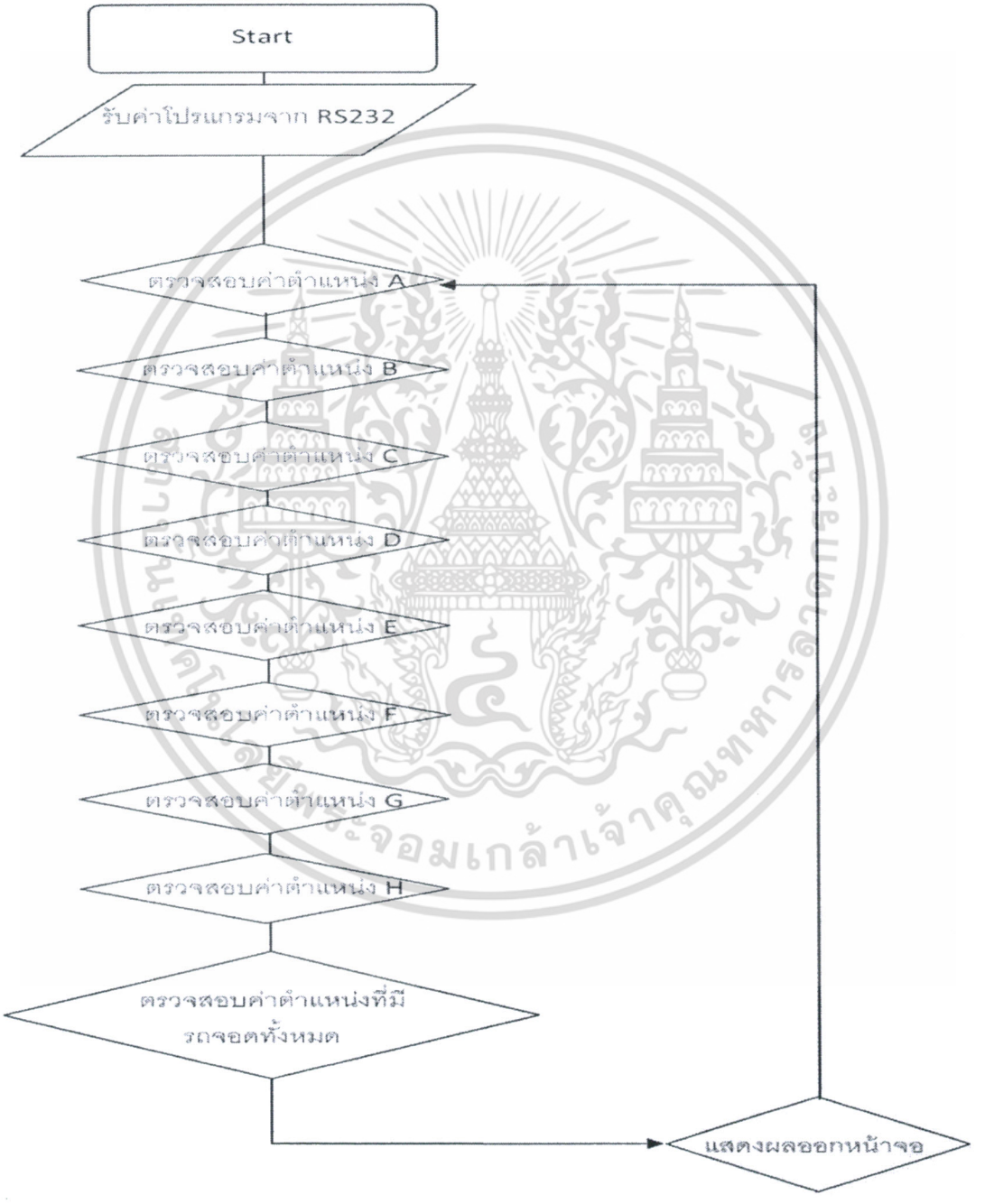


รูปที่ 15 บล็อกไดอะแกรมวงจรประมวลผลลานจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานทั้งระบบ

ในส่วนนี้ IC 74HC165N จะรับข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตามที่จอดรถในแต่ละช่องจอดรถ โดยรับข้อมูลเข้ามาเป็นแบบขนาน จากนั้น IC 74HC165N จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกเป็นแบบอนุกรมส่งให้ตัวบอร์ดคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผลภาพออกหน้าจอ VGA หรือ TV แล้วแต่ตามต้องการ



รูปที่ 16 โฟลว์ชาร์ทการทำงานวงจรประมวลผลลานจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองและผลการทดลองทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 1 ตารางที่ 2 รูปที่ 17 และรูปที่ 18 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การทดลอง

การทดลองครั้งที่	เซนเซอร์ทางเข้า	เซนเซอร์ทางออก	เซนเซอร์ในลานจอดรถ
1	-	-	-
2	มีรถเข้า 8 คัน	-	มีรถจอดที่ตำแหน่ง A,B,D,E และ G และอีก 3 คันกำลังหาที่จอดอยู่
3	มีรถเข้า 8 คัน	มีรถออก 6 คัน	มีรถจอดที่ตำแหน่ง C และอีก 1 คัน กำลังหาที่จอดอยู่

การทดลองครั้งที่ 1 ยังไม่นำรถจำลองเข้าลานจอดรถ สังเกตผลลานจอดรถและจำนวนรถที่หน้าจอแล้วบันทึกผล

การทดลองครั้งที่ 2 นำรถเข้าลานจอดรถ 8 คัน โดยไม่มีการนำรถออกที่ทางออก นำรถไปจอดที่ตำแหน่ง A,B,D,E และ G ตามลำดับ สังเกตผลลานจอดรถและจำนวนรถที่หน้าจอแล้วบันทึกผล

การทดลองครั้งที่ 3 นำรถเข้าลานจอดรถ 8 คันก่อน แล้วจึงนำรถออกจากลานจอดรถ 6 คัน(เหลือรถอยู่ในลานจอดรถ 2 คัน) นำรถที่เหลือจอดที่ตำแหน่ง C สังเกตผลลานจอดรถและจำนวนรถที่เปลี่ยนแปลงที่หน้าจอแล้วบันทึกผล

ตารางที่ 2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองครั้งที่	ตัวเลขแสดงจำนวนรถเข้า-ออก	ภาพแสดงตำแหน่งที่มีรถจอดและตำแหน่งที่ไม่มีรถจอด
1	EMPTY	แสดงอักษร A,B,C,D,E,F,G,H บนหน้าจอ VGA (ไม่มีรถคันใดจอดอยู่)

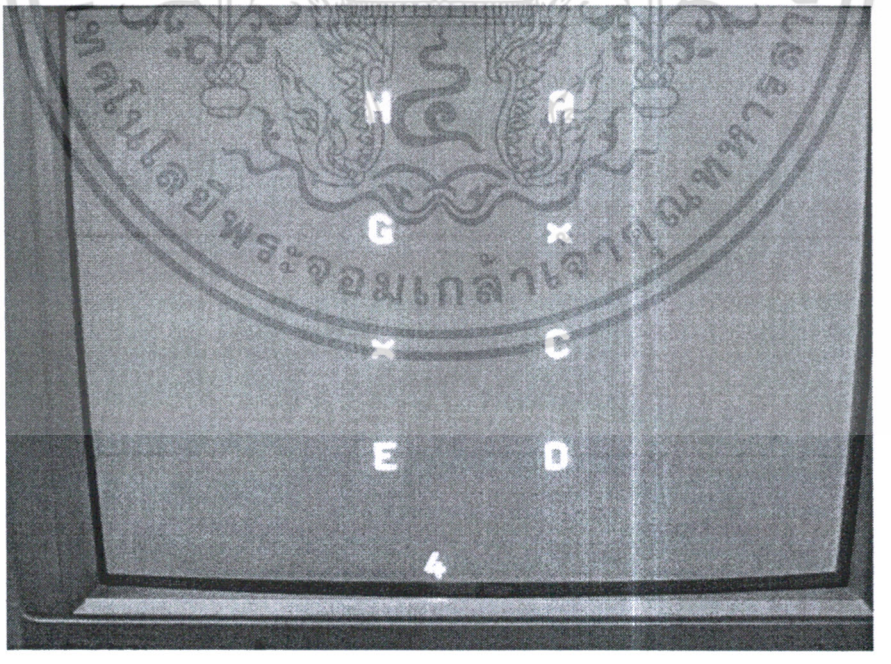
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
121365

2	FULL	แสดงอักษร x,x,C,x,x,F,x,H บนหน้าจอ VGA (มีรถจอดอยู่ที่ตำแหน่ง A,B,D,E และ G)
3	2	แสดงตัวอักษร A,B,x,D,E,F,G,H บนหน้าจอ VGA (มีรถจอดอยู่ที่ตำแหน่ง C)

ผลการทดลองครั้งที่ 1 ภาพลานจอดรถบนหน้าจอแสดงอักษร A,B,C,D,E,F,G,H ตามลำดับ และบริเวณตำแหน่งที่แสดงตัวเลขรถเข้าออกบนหน้าจอแสดงคำว่า EMPTY

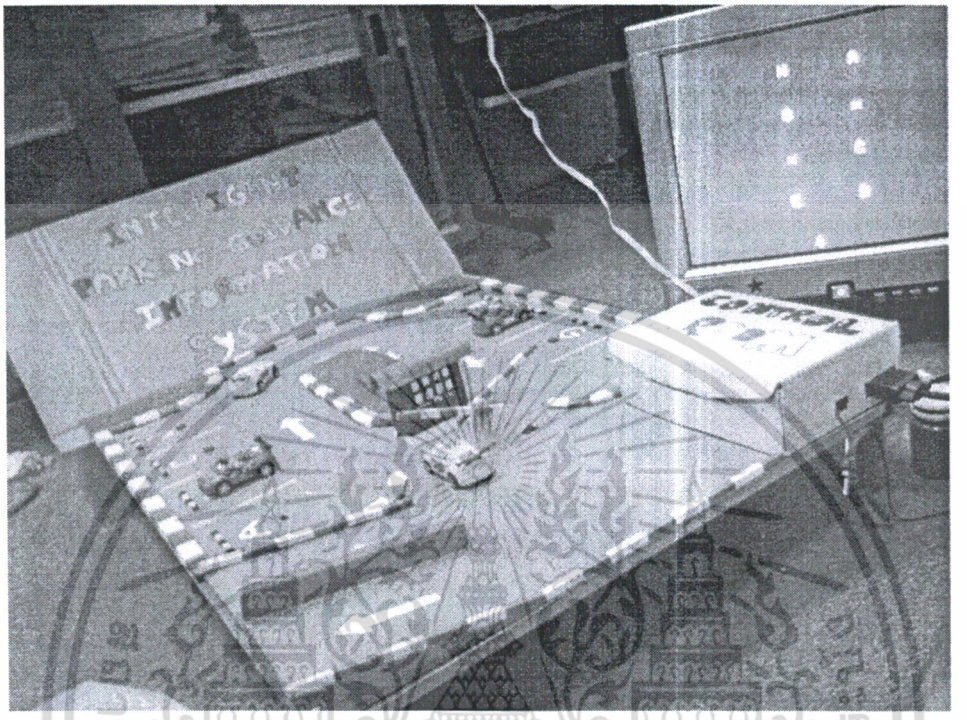
ผลการทดลองครั้ง 2 ภาพลานจอดรถบนหน้าจอแสดงอักษร x ตรงบริเวณตำแหน่งที่จอด A,B,D,E และ G ตามลำดับ และบริเวณตำแหน่งที่แสดงตัวเลขรถเข้าออกบนหน้าจอแสดงคำว่า FULL

ผลการทดลองครั้งที่ 3 ภาพลานจอดรถบนหน้าจอแสดงอักษร x ตรงบริเวณตำแหน่งที่จอด C และแสดงตัวเลข 2 ตรงบริเวณตำแหน่งแสดงจำนวนรถเข้าออกบนหน้าจอ



รูปที่ 17 หน้าจอแสดงผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 แสดงภาพเหตุการณ์จำลองแบบสาธิตการทดลองทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

จากการทดลองที่ 1 สรุปว่า โปรแกรมนับรถเข้า-ออกสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ สามารถตรวจจับจำนวนช่องสูงสุด 8 ช่อง โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีการทำงานตามลำดับขั้นดังนี้ เริ่มต้นด้วยทำการนับขึ้นทีละ 1 เมื่อมีรถขับเข้าผ่านเซนเซอร์ที่ทางเข้า และจะทำการนับลงทีละ 1 เมื่อมีรถขับออกผ่านเซนเซอร์ที่ทางออก เนื่องจากมีที่จอดรถจำนวน 8 ช่อง โปรแกรมที่นับขึ้น-นับลงจึงนับได้ถึง 8 คัน แต่จะโชว์เลขที่นับได้สูงสุดแค่เลข 7 เพราะเลข 8 จะถูกแทนด้วยคำว่า “FULL” และ “EMPTY” ออกทางหน้าจอแสดงผล สามารถทำการขยายจำนวนช่องที่ตรวจจับได้โดยการเพิ่ม IC 74165 โดยการต่ออนุกรมกันไปตามลำดับ

จากการทดลองที่ 2 สรุปว่า โปรแกรมตรวจจับรถยนต์สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยมีรถเข้าจอดในช่องจอดรถใดๆ หน้าจอจะแสดงผลเป็นตัว X ซึ่งจะหมายความว่าช่องจอดรถนั้นมีรถจอดอยู่ แต่หากหน้าจอแสดงเป็นชื่อช่องก็จะหมายถึงช่องจอดรถนั้นว่างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมหลักที่ใช้ควบคุมวงจรตรวจจับการนับรถยนต์เข้า-ออก

```
CON
_clkmode = xtal1 + pll16x
_xinfreq = 5_000_000
OBJ
  text : "vga_text"
VAR
byte n
byte o
long k

PUB SENSOR
  text.start(16)
  text.str(string($A,14,$B,14))
  text.str(string("EMPTY"))
  repeat
   n:=ina[5]
   o:=ina[6]
   if n==1
     n:=ina[5]
     if n==0
       k++
       text.str(string($A,14,$B,14))
       if k=>8
         k:=8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      text.str(string("     "))
      text.str(string($A,14,$B,14))
      text.str(string("FULL"))
    else
      text.str(string("     "))
      text.str(string($A,14,$B,14))
      text.dec(k)
if o==1
  o:=ina[6]
  if o==0
    --k
    text.str(string($A,14,$B,14))
    if k=<0
      k:=0
      text.str(string("     "))
      text.str(string($A,14,$B,14))
      text.str(string("EMPTY"))
    else
      text.str(string("     "))
      text.str(string($A,14,$B,14))
      text.dec(k)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code วงจรตรวจจับรถยนต์ในช่องจอดรถ

```
CON
_clkmode = xtal1 + pll16x
_xinfreq =25_000_000


OBJ
  text : "vga_text"


VAR
byte x[8]
byte i
byte j
byte n
byte o
long k


 PUB Main
   dira[0]~~
   dira[1]~~
   dira[2]~~
   text.start(16)
   text.str(string($A,14,$B,14))
   text.str(string("EMPTY"))
 repeat
    outa[0]:=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
waitcnt(800_000+cnt)
outa[0]:=1
waitcnt(800_000+cnt)
i++
if i==1
 outa[1]:=1
 outa[2]:=1
if i==3
 outa[2]:=0
if i==4
 outa[2]:=1
if i=>6
 outa[1]:=0
 x[j]:=ina[4]
 j++
 if j==8
   text.str(string($A,9,$B,2))
   if x[3]==1
     text.str(string("  x  "))
   else
     text.str(string("  H  "))
   if x[4]==1
     text.str(string("  x  "))
   else
     text.str(string("  A  "))
   text.str(string($A,9,$B,5))
   if x[2]==1
     text.str(string("  x  "))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else
  text.str(string("   G   "))
if x[5]==1
  text.str(string("   x   "))
else
  text.str(string("   B   "))
text.str(string($A,9,$B,8))
if x[1]==1
  text.str(string("   x   "))
else
  text.str(string("   F   "))
if x[6]==1
  text.str(string("   x   "))
else
  text.str(string("   C   "))
text.str(string($A,9,$B,11))
if x[0]==1
  text.str(string("   x   "))
else
  text.str(string("   E   "))
if x[7]==1
  text.str(string("   x   "))
else
  text.str(string("   D   "))
i:=0
j:=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้