ป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์
Traffic Symbols Using Solar Cells

ประกาศิต ตันติอลงการ[1], วัชรินทร์ ไชยราช[2], วรเวช โต๊ะเงิน[2]

Received: Jul 2009; Accepted: Dec 2009

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุบนท้องถนนก่อให้เกิดการสูญเสียมากมายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ส่วนหนึ่งของอุบัติเหตุเกิดจากการมองไม่เห็นหรือไม่มีป้ายสัญญาณจราจรคอยเตือนให้ทราบถึงเหตุการณ์ข้างหน้า เช่น มีการปรับปรุงหรือซ่อมแซมผิวถนนข้างหน้าจึงให้รถเลี้ยวซ้าย และจุดดังกล่าวไม่มีป้ายสัญญาณจราจรบอก ไม่มีไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับไฟเตือน เป็นต้น และปัญหาโลกร้อนก็เป็นปัญหาสำคัญอีกปัญหาหนึ่งที่ทุกประเทศกำลังประสบอยู่ จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่จะสร้างป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ขึ้น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม และแสดงผลด้วยดอตเมตริกซ์แอลอีดี ซึ่งมีแอลอีดี 1,024 ตัว สามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งได้ทุกสถานที่ มีแบบภาพสัญญาณจราจรแบบต่างๆ ให้เลือก 20 แบบ เป็นสัญญาณจราจรภาพนิ่ง 17 แบบ และเป็นสัญญาณจราจรภาพเคลื่อนไหว 3 แบบ ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานในช่วงที่มีแสงอาทิตย์และทำการอัดประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งสามารถจ่ายพลังงานได้ในเวลากลางคืนหรือในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เป็นการช่วยลดปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนและเป็นการใช้พลังงานสะอาดช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

ผลจากการทดลองการแสดงผลพบว่า การแสดงภาพแต่ละภาพโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จะสามารถแสดงผลได้ตลอดเวลาที่มีแสงอาทิตย์ การแสดงผลโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่จะแสดงผลได้นาน 3.2-6.5 ชั่วโมง ซึ่งภาพแต่ละภาพใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 1.63 แอมแปร์ต่อภาพ ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ยานพาหนะทั่วไปพบว่า ความพึงพอใจ

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: pstk@pstk@kmutnb.ac.th*

[2] *นักศึกษา ปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

ในการใช้งานโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี จึงสรุปได้ว่าป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้งานช่วยแจ้งเตือนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนนของผู้ขับขี่ยานพาหนะและสามารถช่วยลดปัญหาโลกร้อนได้อีกด้วย

คำสำคัญ : แอลอีดี ป้ายสัญญาณจราจร เซลล์แสงอาทิตย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ดอตเมตริกซ์แอลอีดี

Abstract

Road accident accounts for a considerable loss. Main causes of accidents in general come from lack of traffic indicator to alert drivers about road surface renovation, no traffic caution light, or no power supply for emergency warning lights. To avoid global warming threats, the researcher designed a portable traffic symbols using solar cells controlled by microcontroller and using Dot matrix LED, of 1,024 LEDs to display. To operate the device, users can select twenty traffic symbols including seventeen still and three dynamic graphics. Solar energy, which can be stored for later use, is the source of power supply. This solar cells traffic symbols LED device is expected to reduce road accidents as well as help protect the environment from pure energy option. As results, the traffic display boards were effective during sunshine. The battery- operated display could be presented as long as 3.2-6.5 hours, consuming average 1.63 Ampere for all graphic operation. Driversû evaluation revealed overall positive attitudes. Therefore, the solar traffic indicator could be applied for road safety while lessening effects generated by global warming.

Keyword : LED Traffic symbols Solar cells Microcontroller Dot matrix LED

บทนำ

ป้ายสัญญาณจราจร [1] เป็นสิ่งสำคัญที่จะบอกให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะทราบเหตุการณ์ข้างหน้าได้เพื่อที่จะได้เตรียมตัวให้เหมาะสมกับเหตุการณ์นั้นๆ เช่น ป้ายสัญญาณจราจรเตือนว่าเป็นทางลงเขาให้ใช้เกียร์ต่ำ ผู้ขับขี่ยานพาหนะก็ควรจะลดความเร็วลงและใช้เกียร์ต่ำเพื่อป้องกันอุบัติเหตุหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้น เป็นต้น ดังนั้นถ้าไม่มีป้ายสัญญาณจราจรคอยเตือนผู้ขับขี่ยานพาหนะหรือมีแต่มองไม่เห็นหรือป้ายสัญญาณจราจรชำรุดอาจจะทำให้เกิดการสูญทั้งชีวิตและทรัพย์ได้ ป้ายสัญญาณจราจรในปัจจุบันเป็นภาพนิ่ง เช่น โค้งซ้าย ห้ามเลี้ยวขวา เดินรถทางเดียว สี่แยก เป็นต้น บางจุดที่อันตรายจะมีไฟกะพริบเตือนที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์แต่ก็ไม่สามารถใช้เป็นป้ายสัญญาณจราจรได้ และปัญหาโลกร้อนก็เป็นปัญหาสำคัญอีกปัญหาหนึ่งที่ทุกประเทศกำลังประสบอยู่ เราสามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ด้วยการใช้พลังงานสะอาด เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่จะสร้างป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นเพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งได้ทุกสถานที่ การเคลื่อนย้ายสะดวก ทำได้ง่าย มีแบบภาพสัญญาณจราจรแบบต่างๆ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะ

กับสภาพปัญหาของการจราจรขณะนั้นๆ ซึ่งได้ออกแบบภาพสัญญาณจราจรให้เลือกใช้ 20 แบบ เป็นสัญญาณจราจรภาพนิ่ง 17 แบบและเป็นสัญญาณจราจรภาพเคลื่อนไหว 3 แบบ การควบคุมให้เกิดเป็นภาพจราจรแบบต่างๆ ทำได้ง่าย ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานจึงไม่ต้องกังวลเรื่องแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์จะทำการอัดประจุไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งสามารถจ่ายพลังงานได้ในเวลากลางคืนหรือในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เป็นการช่วยลดปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน และเป็นการใช้พลังงานสะอาดช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

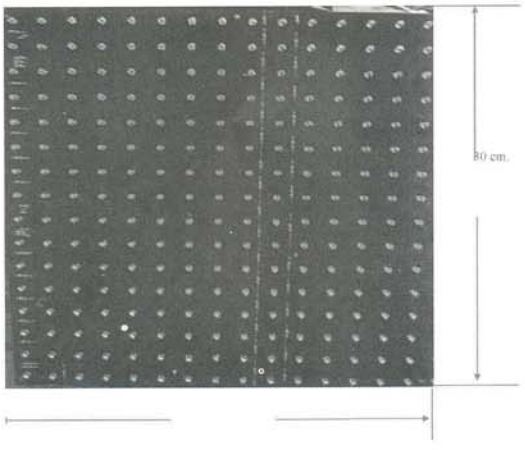
วิธีดำเนินการวิจัย

โครงสร้างของป้ายสัญญาณจราจร

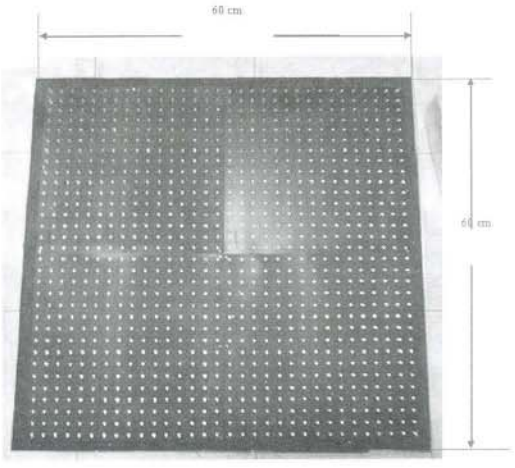
โครงสร้างของป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยบอร์ดดอตเมตริกซ์แอลอีดีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร และความยาว 30 เซนติเมตร มีแอลอีดีสีแดง 256 ตัว แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งมีจำนวน 4 บอร์ด และเมื่อนำบอร์ดทั้ง 4 บอร์ดมาประกอบรวมกันจะได้เป็นบอร์ดแสดงผลแบบดอตเมตริกซ์แอลอีดีขนาดความกว้าง 60 เซนติเมตร และความยาว 60 เซนติเมตรแสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งใช้เป็นบอร์ดแสดงผลที่ใช้งานจริง โดยมีแอลอีดีทั้งหมดจำนวน 1,024 ดวง แอลอีดีสีแดงจะมีความยาวคลื่นประมาณ 630 นาโนเมตร [2]

การออกแบบภาพป้ายสัญญาณจราจร

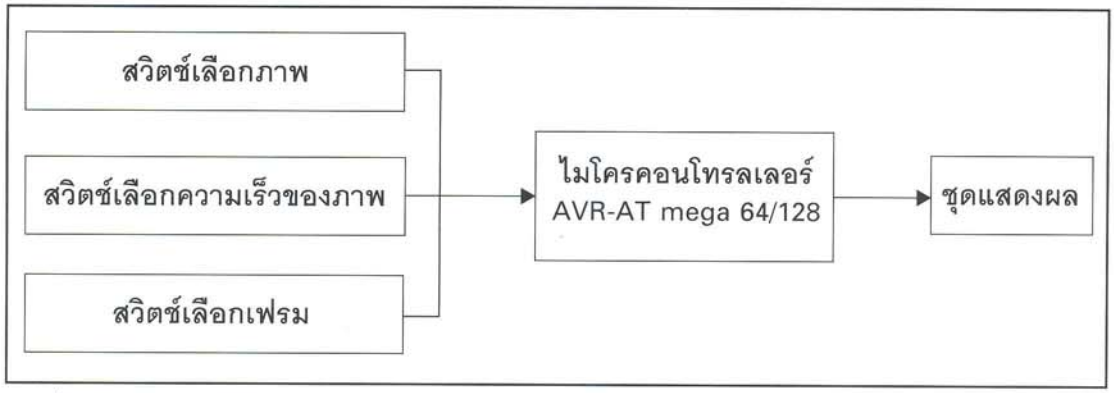
ในการออกแบบภาพสัญญาณจราจรซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะทำการออกแบบภาพสัญญาณจราจรโดยใช้โปรแกรมภาษาซี [3] มีภาพสัญญาณจราจรที่ออกแบบทั้งหมด จำนวน 20 ภาพ ดังตารางที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยภาพนิ่งจำนวน 17 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 1-17 และภาพเคลื่อนไหวจำนวน 3 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 18-20 ส่วนการควบคุมการแสดงผลนั้นจะมีสวิตช์ที่ใช้ในการควบคุมการแสดงผลประกอบด้วยสวิตช์เลือกภาพ (Picture number) สวิตช์ความเร็วของภาพ (Speed) และสวิตช์เลือกจำนวนเฟรม (Frame) ส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปยังชุดแสดงผลซึ่งเป็นบอร์ดแสดงผลแบบดอตเมตริกซ์แอลอีดี ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 1 บอร์ดดอตเมตริกซ์แอลอีดี



รูปที่ 2 บอร์ดแสดงผลแบบดอตเมตริกซ์แอลอีดี

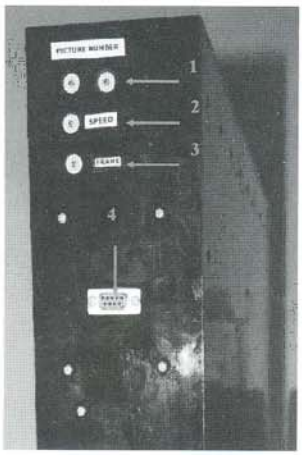


รูปที่ 3 แผนภาพบล็อกการทำงานของป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์

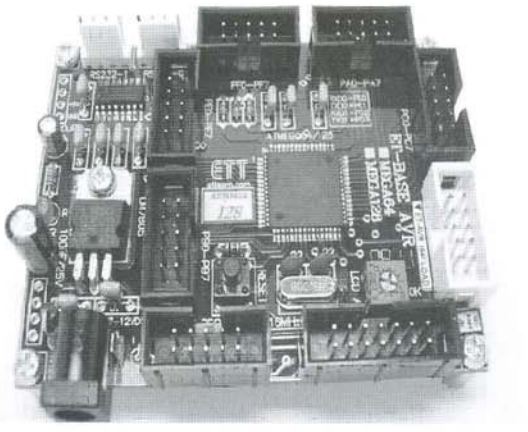
ในการแสดงภาพนิ่งจะใช้สวิตช์เลือกภาพเพียงสวิตช์เดียวในการเลือกภาพนิ่งที่ต้องการ ส่วนการแสดงภาพเคลื่อนไหวนั้นจะใช้สวิตช์ทั้ง 3 ตัว คือสวิตช์เลือกภาพใช้เพื่อเลือกภาพเคลื่อนไหวที่ต้องการ สวิตช์เลือกจำนวนเฟรมเพื่อเลือกจำนวนภาพที่ต้องการให้เกิดภาพเคลื่อนไหว และสวิตช์เลือกความเร็วของภาพเพื่อเลือกความเร็วในการแสดงผลให้เป็นภาพเคลื่อนไหว สวิตช์ทั้ง 3 ตัวติดตั้งไว้ด้านข้างของบอร์ดแสดงผลแบบดอตเมตริกซ์แอลอีดี ดังแสดงในภาพที่ 4 หมายเลข 1 คือ ปุ่มเลือกภาพ (Picture Number) หมายเลข 2 คือ ปุ่มความเร็วในการแสดงผล (Speed) หมายเลข 3 คือ ปุ่มสำหรับเลือกจำนวนภาพของภาพเคลื่อนไหว (Frame) หมายเลข 4 คือ พอร์ตอนุกรมสำหรับโหลดข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผล

ไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE AVR รุ่น AT mega 64/128 [4] ดังรูปที่ 5 เป็นตัวควบคุมการประมวลผลข้อมูลและควบคุมการแสดงผลข้อมูลโดยจะใช้พอร์ต PA, PB, PC และ PD เชื่อมต่อระหว่างบอร์ดแสดงผลและไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังเพิ่มวงจรไดรเวอร์พอร์ตอนุกรมเข้าไปด้วยเพื่อให้สะดวกและง่ายในการใช้งานทางด้านพอร์ตอนุกรม [5]



รูปที่ 4 สวิตช์ควบคุมภาพและพอร์ตอนุกรม



รูปที่ 5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE AVR AT mega 64/128

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ใช้กับป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ [6] มีขนาด 18 โวลต์ 50 วัตต์ ขนาดความกว้าง 52 เซนติเมตร และความยาว 82 เซนติเมตร เป็นเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอนผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cells) ดังรูปที่ 6 ใช้จ่ายแรงดันไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์และจะทำการประจุแบตเตอรี่เก็บไว้ใช้งานช่วงที่เซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้หรือในเวลากลางคืน แบตเตอรี่มีขนาด 12 โวลต์ 7.5 แอมแปร์/ชั่วโมง (Ampere-hour : Ah) [7]

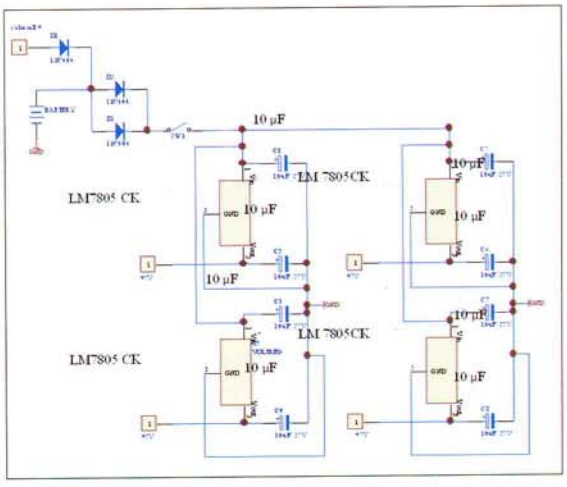
จากรูปที่ 7 เป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าและประจุแบตเตอรี่จากเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 18 โวลต์ส่งไปยังไอซีเบอร์ LM7805CK [8] ซึ่งเป็นไอซีเรกกูเลเตอร์แบบอนุกรมจำนวน 4 ตัวมาทำการลดระดับแรงดันไฟฟ้าขนาด 18 โวลต์ให้เป็นขนาด 12 โวลต์เพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 8 หมายเลข 1 คือสวิตช์เปิดปิดระบบไฟฟ้าในบอร์ด หมายเลข 2 คือ ขั้วต่อแบตเตอรี่และแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การแสดงผลภาพสัญญาณจราจร

จากรูปที่ 9 เป็นชุดควบคุมการแสดงผลทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ในการแสดงผลเป็นภาพนิ่งทั้ง 17 ภาพ เมื่อทำการปรับปุ่มสวิตช์เพื่อเลือกภาพที่ต้องการจะแสดงผล ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะรับสัญญาณแล้วทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการปรับสวิตช์เลือกภาพ โดยข้อมูลของภาพแต่ละภาพนั้นจะเป็นข้อมูลแบบเลขฐานสอง ซึ่งภาพแต่ละภาพจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น ข้อมูลจากตารางที่ 1 ในภาพที่ 1 เป็นภาพสี่แยกแสดงดังรูปที่ 10 ข้อมูลในหน่วยความจำของภาพที่กำหนดไว้คือ 0001 ส่วนภาพต่อไปก็คือ 0010 0011 0100 เรื่อยไปจนครบ เป็นต้น จากนั้นก็ส่งสัญญาณไปยังไอซีเบอร์ 74LS245 ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากพอร์ต PA, PB, PC และ PD เพื่อส่งต่อไปยังไอซีเบอร์ MBI5025 [9] เพื่อควบคุมการแสดงผลของดอตเมตริกซ์แอลอีดี

รูปที่ 6 เซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 7 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

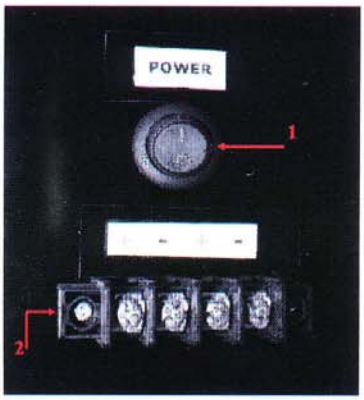
ส่วนการแสดงผลแบบภาพเคลื่อนไหวนั้นจะมีการแสดงผลคล้ายกับภาพนิ่งจะแตกต่างกันตรงที่ในการเลือกภาพเคลื่อนไหวจะต้องปรับสวิตช์ความเร็วในการแสดงภาพเพื่อเลือกความเร็วในการแสดงภาพและสวิตช์เลือกจำนวนเฟรมที่จะใช้ในการทำภาพเคลื่อนไหวคล้ายกับการทำภาพการ์ตูนที่เคลื่อนไหว เช่น จากตารางที่ 1 ภาพที่ 18 เป็นภาพเคลื่อนไหวทางเดินรถสองทางใช้ภาพจำนวน 4 เฟรม ดังนั้นในการทำภาพเคลื่อนไหวจะต้องปรับสวิตช์เลือกภาพไปที่ 18 ปรับสวิตช์ควบคุมความเร็วและปรับสวิตช์เลือกเฟรมไปที่ 4 ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 11

ผลการวิจัย

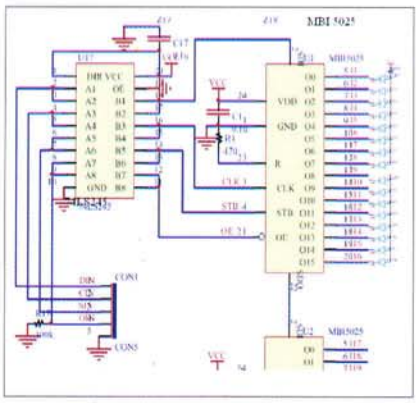
การทดสอบการแสดงผลเป็นสัญญาณจราจร

ทดสอบการแสดงผล โดยจะแสดงผลเป็นภาพสัญญาณจราจรทั้งแบบภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว และการทดลองการวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของแต่ละภาพ ดังตารางที่ 1

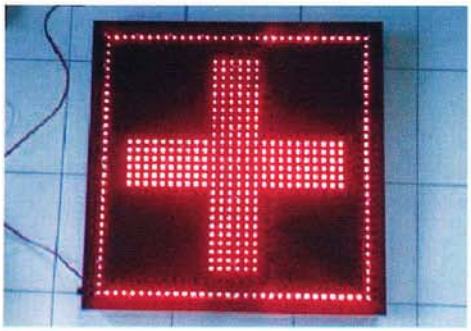
จากตารางที่ 1 เป็นตารางผลการทดลองการแสดงผลภาพสัญญาณจราจรผลปรากฏว่าภาพสัญญาณจราจรได้จากการแสดงผลนั้นมีการแสดงผลข้อมูลได้ถูกต้องตามที่กำหนด ไม่มีการผิดเพี้ยนของข้อมูล ภาพสัญญาณจราจรที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุดคือภาพทางคู่ด้านหน้ามี



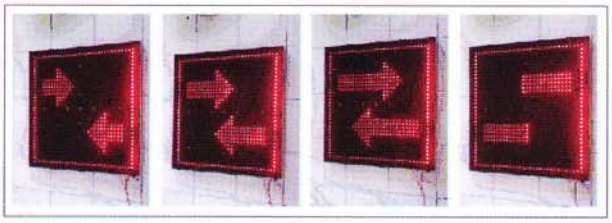
รูปที่ 8 สวิตช์เปิดปิดบอร์ด ขั้วต่อเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่



รูปที่ 9 ชุดควบคุมการแสดงผล



รูปที่ 10 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลแบบภาพนิ่ง



รูปที่ 11 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลแบบภาพเคลื่อนไหว

ตารางที่ 1 ผลการทดลองป้อนข้อมูลสัญญาณจราจร

ภาพที่	ภาพสัญญาณจราจร	แอลอีดีที่แสดงผล (ดวง)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ (A)
1	สี่แยก	440	2.20
2	เลี้ยวซ้าย	312	1.56
3	เลี้ยวขวา	312	1.56
4	ทางโค้งรัศมีแคบเริ่มซ้าย	317	1.58
5	ทางโค้งรัศมีแคบเริ่มขวา	317	1.58
6	ทางตรง	272	1.36
7	ทางร่วมซ้าย	308	1.54
8	ทางร่วมขวา	308	1.54
9	ทางโทแยกทางเอก	328	1.64
10	ทางแคบด้านซ้าย	310	1.55
11	ทางแคบด้านขวา	310	1.55
12	ทางคู่ด้านหน้า	464	2.32
13	จุดกลับรถ	376	1.88
14	เดินรถทางเดียวไปทางซ้าย	318	1.59
15	เดินรถทางเดียวไปทางขวา	318	1.59
16	เปลี่ยนช่องจราจรทางขวา	269	1.34
17	เปลี่ยนช่องจราจรทางซ้าย	269	1.34
18	ทางเดินรถสองทาง	380	1.90
19	ให้รถสวนทางมาก่อน	380	1.90
20	ให้ชิดซ้าย	230	1.15

แอลอีดีที่แสดงผลจำนวน 464 ดวง ใช้กระแสไฟฟ้า 2.32 แอมแปร์ ส่วนภาพสัญญาณจราจรที่ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยที่สุดคือภาพให้ชิดซ้าย มีแอลอีดีที่แสดงผลจำนวน 230 ดวง ใช้กระแสไฟฟ้า 1.15 แอมแปร์ และเมื่อนำมาคำนวณหาว่าแต่ละภาพจะแสดงผลได้นานเท่าใดตามขนาดของแบตเตอรี่ ซึ่งแบตเตอรี่ที่ใช้งานมีขนาด 7.5 แอมแปร์/ชั่วโมง ผลที่ได้ คือ การแสดงภาพแต่ละภาพจะสามารถแสดงภาพได้นาน 3.2-6.5 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นใช้กระแสเท่าใด

การทดลองวัดระยะการมองเห็นภาพสัญญาณจราจร

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองวัดระยะการมองเห็นของป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน ผลปรากฏว่าสามารถมองเห็นภาพสัญญาณจราจรได้ชัดเจนในระยะตั้งแต่ 1-100 เมตร ในกรณีระยะตั้งแต่ 100 เมตรขึ้นไปจะสามารถมองเห็นได้ไม่ค่อยชัดเจนเนื่องจากเมื่อมองจากระยะตั้งแต่ 100 เมตรขึ้นไป แสงจากดอตเมตริกซ์แอลอีดีจะเบลอจึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนเท่าที่ควร

ตารางที่ 2 ผลการวัดระยะการมองเห็นภาพสัญญาณจราจร

ระยะ (เมตร)	การมองเห็น
10	มองเห็นได้ชัดเจน
20	มองเห็นได้ชัดเจน
30	มองเห็นได้ชัดเจน
40	มองเห็นได้ชัดเจน
50	มองเห็นได้ชัดเจน
60	มองเห็นได้ชัดเจน
70	มองเห็นได้ชัดเจน
80	มองเห็นได้ชัดเจน
90	มองเห็นได้ชัดเจน
100	มองเห็นได้ชัดเจน

การทดลองการใช้งานจากสถานที่จริง

ทดลองการใช้งานโดยการนำป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นไปติดตั้งและทดลองการแสดงผลในสถานที่ใช้งานจริง ดังรูปที่ 12 เป็นบริเวณที่ใช้ทดสอบการทำงานของป้ายสัญญาณจราจร

ส่วนรูปที่ 13 เป็นการนำป้ายสัญญาณจราจรไปติดตั้งไว้กับป้ายจราจรที่ใช้งานจริง บริเวณที่ทดสอบมีป้ายสัญญาณจราจรบอกทางร่วมขวา ซึ่งหมายความว่าทางข้างหน้าจะมีรถเข้ามาร่วมในทิศทางเดียวกันจากทางขวา ผู้ขับรถจะต้องขับรถให้ช้าลงและเดินรถด้วยความระมัดระวัง

การประเมินความพึงพอใจใช้แบบประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับคือ 5 หมายถึง ดีมาก 4 หมายถึง ดี 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ปรับปรุง จากบุคคลทั่วไปที่ใช้ยานพาหนะ จำนวน 20 คนตามหัวข้อใน ตารางที่ 3 พบว่าผู้ประเมินพอใจกับการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานมากที่สุดคือ $\overline{X}$ = 4.50 ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและความแข็งแรงในการติดตั้งได้น้อยที่สุดคือ $\overline{X}$ = 3.55 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ $\overline{X}$ = 3.88 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี [10] เมื่อผู้ขับขี่ยานพาหนะผ่านมาสามารถสังเกตเห็นป้ายสัญญาณจราจรได้ชัดเจน

การอภิปรายผล

งานวิจัยป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้งานได้ทุกสถานที่และทุกโอกาสมีความสะดวกเพราะว่าไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้า สามารถนำไปใช้ทดแทนป้ายสัญญาณเดิม ที่ชำรุดหรือนำไป

รูปที่ 12 สถานที่ที่ใช้ทำการทดลอง

รูปที่ 13 การติดตั้งป้ายสัญญาณจราจรจากสถานที่จริง

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ

ลำดับ	หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
1	รูปแบบของป้ายสัญญาณจราจร	3.70
2	ความชัดเจนของภาพ	3.95
3	ขนาดความเหมาะสมของภาพ	3.85
4	ความปลอดภัยในการใช้งาน	3.85
5	การใช้งานปุ่มควบคุมแสดงภาพ	3.65
6	การแสดงภาพนิ่ง	3.70
7	การแสดงภาพเคลื่อนไหว	4.00
8	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและความแข็งแรงในการติดตั้ง	3.55
9	การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งาน	4.50
10	มีประโยชน์ต่อการจราจร	4.05
	ค่าเฉลี่ย	**3.88**

ใช้ในบริเวณที่มีการซ่อมแซมถนนซึ่งไม่มีไฟฟ้าใช้ ป้ายสัญญาณจราจรที่สร้างขึ้นเพียงป้ายเดียว สามารถเลือกภาพต่างๆ ได้ 20 แบบทั้งแบบภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวจึงสะดวกมาก สามารถเลือกภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน ณ บริเวณนั้นๆ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาด ทำให้ช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ส่วนหนึ่ง จากการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้ยานพาหนะทั่วไปเกี่ยวกับป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ประเมินมีความพึงพอใจมากที่สุดในหัวข้อการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานเพราะว่าเหมาะสมกับภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ลำดับถัดมาคือมีประโยชน์ต่อการจราจรและภาพเคลื่อนไหวทำให้น่าสนใจมากกว่าภาพนิ่ง ความพึงพอใจน้อยที่สุดในหัวข้อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและความแข็งแรงในการติดตั้ง สาเหตุมาจากการออกแบบป้ายสัญญาณจราจรนั้นออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายจึงขาดความแข็งแรงในการติดตั้ง ดังนั้นจึงควรจะแยกแบบสอบถามออกเป็นสองประเด็นคือความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและความแข็งแรงในการติดตั้ง ลำดับถัดมาคือการใช้งานปุ่มควบคุมแสดงภาพใช้งานยากเพราะว่ามีขนาดเล็กมีความยุ่งยากสำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการทำคู่มือการใช้งาน

แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นของโครงงานเดิมเพื่อลดต้นทุนแต่มีขนาดเล็ก การใช้งานของแบตเตอรี่สูงสุดใช้ได้เพียง 6.5 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมระยะเวลาตลอดคืน ดังนั้นควรใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาดแอมแปร์/ชั่วโมงสูงๆ จะทำให้สามารถใช้งานได้ตลอดทั้งคืน

หลอด LED ที่ใช้มีขนาดใหญ่ทำให้สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า ควรเลือกใช้แบบที่ให้ความสว่างมากแต่ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ ภาพที่ใช้หลอด LED จำนวนมากที่สุดคือภาพทางคู่ด้านหน้า ใช้หลอด LED จำนวน 464 ดวง ใช้กระแสไฟฟ้า 2.32 แอมแปร์ ทำให้แสงเจิดจ้ามาก ภาพที่เห็นจึงไม่ชัดเจนในระยะเกิน 100 เมตร ควรแก้ไขด้วยการลดจำนวนหลอด LED แต่ยังคงต้องเห็นภาพได้ชัดเจน

บทสรุป

1. ในการสร้างป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE AVR รุ่น AT mega 64/128 มาเป็นตัวควบคุมการแสดงผลและใช้โปรแกรมภาษาซีเพื่อควบคุมการทำงาน

2. ป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถแสดงผลข้อมูลเป็นภาพสัญญาณจราจร จำนวน 20 ภาพ เป็นภาพนิ่ง จำนวน 17 ภาพ และเป็นภาพเคลื่อนไหว จำนวน 3 ภาพ

3. ป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถแสดงภาพได้นานประมาณ 3.2-6.5 ชั่วโมง

4. ป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถมองเห็นภาพสัญญาณจราจรได้ชัดเจนในระยะตั้งแต่ 1-100 เมตร ในกรณีระยะตั้งแต่ 100 เมตรขึ้นไปจะสามารถมองเห็นได้ไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร

5. ผลการประเมินจากบุคคลทั่วไป ที่ใช้ยานพาหนะจำนวน 20 คน พบว่ามีความพึงพอใจในการใช้งานโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นๆ ที่มิได้กล่าวถึงที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือในการสร้างป้ายสัญญาณจราจรใช้พลังงานแสงอาทิตย์นี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. (2549). **สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์.** กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

จเร สุทธิพงศ์สกุล, เดชนรา เสนาะพิน และมยุรี พันเต๊ะ. (2550) ตู้ประชาสัมพันธ์สำหรับผู้มาติดต่อ. ปริญญานิพนธ์ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธนกร คีรีพิทักษ์. (2540). **สารกึ่งตัวนำและวงจร.** ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2542). **การประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์.** : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ปฏิวัติ วงษ์ไชยสิทธิ์. (2536). **การใช้รถยนต์และความปลอดภัย.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE AVR AT mega 64/128. [cited 30 มีนาคม 2552]. Available from : URL www.ett.co.th/product/avr/avr-base-atmega128

อนุดร จำลองกุล. (2545). **พลังงานหมุนเวียน.** กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ไอซี LM7805CK. [cited 30 พฤษภาคม 2552]. Available from : URL http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/9038/NSC/LM7805CK.html

ไอซี MBI5025. [cited 7 เมษายน 2552]. Available from : URL http://www.prom-electro.ru/document/ MBI5025.pdf

โอภาส ศิริครรชิตถาวร. (2548). **การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี.** กรุงเทพมหานคร : กราฟิกเมลอน.