อุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์ด้วยแสงจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบแอนดรอยด์

Electronic Door Lock using Light from Android's Mobile Phone

ดิสพล ฉ่ำเฉียวกุล*, พรประภา คีสว่าง, ธีรวุฒิ ทองเที๊ยะ

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

*E-mail: ditsapon.chu@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์ด้วยแสงจากจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบแอนดรอยด์ เป็นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนเพื่อจัดเก็บข้อมูลไบนารี่สำหรับปลดล็อกประตูและควบคุมความสว่างจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนให้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลไบนารี่โดยใช้การมอดูเลตแบบ Pulse Width Modulation มีการออกแบบอุปกรณ์เพื่อตรวจจับสัญญาณทางแสงด้วยโฟโต้ไดโอดและประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดกลอนประตูแม่เหล็กไฟฟ้า จากการทดลองพบว่าอุปกรณ์สามารถส่งรหัสข้อมูลผ่านจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่และควบคุมประตูได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจึงสามารถใช้ควบคุมการเปิดปิดประตูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ การสื่อสารทางแสง การมอดูเลตแบบ PWM

Abstract

This paper introduces a development of an electronic door lock using light from the screen of Android's mobile phone. A software to store binary information and control light intensity of the screen of mobile phone according to the information bits using PWM modulation. The receiver is developed to detect the optical signal and control magnetic door lock. Experiment results confirm that the device can be used to transmit the information bits and control the door efficiently. Therefore, the device can be used to control the door efficiently.

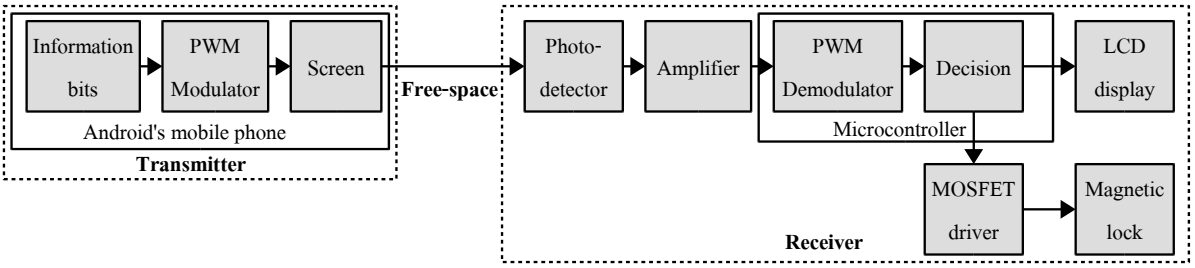
Keywords: Microcontroller, Optical communications, PWM modulation

1. บทนำ

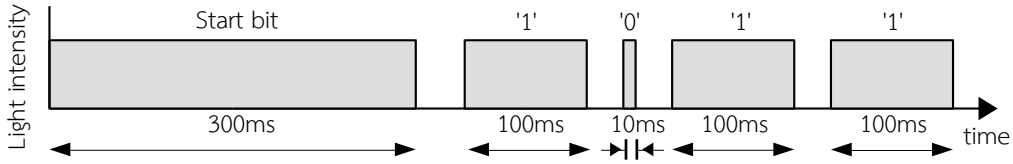
การสื่อสารทางแสง (Optical Communication) [1] เป็นการสื่อสารประเภทหนึ่งซึ่งใช้แสง (Light) หรือรังสี (Radiation) ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ เป็นตัวกลางสำหรับการส่งข้อมูล ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้การสื่อสารทางแสงเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย อาทิ ระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเส้นใยนำแสง การสื่อสารด้วยรังสีอินฟราเรด นอกจากนั้นยังมีการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้งานการสื่อสารทางแสงในลักษณะต่างๆ เช่น การสื่อสารด้วยรังสีเหนือม่วง (Ultraviolet communication) [2] และ การสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นได้ (Visible light communications) [3] เป็นต้น พื้นฐานของระบบสื่อสารทางแสงเป็นการนำอุปกรณ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ (Opto-electronic devices) [1] ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง ได้แก่ หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode หรือ LED) หรือหลอดไดโอดเลเซอร์ (Laser Diode หรือ LD) มาใช้เพื่อกำเนิดสัญญาณทางแสงสำหรับส่งผ่านตัวกลางซึ่งอาจเป็นได้ทั้งเส้นใยนำแสง (Optical fiber) และการส่งข้อมูลผ่านอากาศ (Free-space) สำหรับภาครับใช้ตัวตรวจจับแสง (Photo detector) ได้แก่ โฟโต้ไดโอด (Photodiode) เพื่อกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับสัญญาณทางแสงที่ตกกระทบตัวตรวจจับแสง ภาคส่งและรับสำหรับการสื่อสารทางแสงมีการใช้การประมวลผลสัญญาณต่าง ๆ เช่น การมอดูเลต (Modulation) และ รหัสควบคุมความผิดพลาด (Error Control Coding) เพื่อทำให้การส่งข่าวสารต่าง ๆ เป็นไปได้โดยสมบูรณ์

ในปัจจุบันโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทั้งในด้านของการติดต่อสื่อสาร การสืบค้นข้อมูล และ กิจกรรมนันทนาการต่าง ๆ นอกจากนั้นจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งในด้านของการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โครงข่ายการสื่อสาร และ ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ จึงมีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด เนื่องจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันและระบบปฏิบัติการของโทรศัพท์เคลื่อนที่เปิดโอกาสให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้โดยอิสระดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาถึงการพัฒนาโปรแกรมและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อตอบสนองความต้องการในด้านต่างๆ ของมนุษย์

สำหรับบทความนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์ด้วยแสงจากจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android operating system) มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนโดยใช้โปรแกรม App inventor [4] เพื่อจัดเก็บข้อมูลไบนารี่สำหรับใช้เป็นรหัสปลดล็อกประตูและควบคุมความสว่างจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนเพื่อกำเนิดสัญญาณทางแสงสำหรับส่งผ่านอากาศไปยังตัวตรวจจับแสงของอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์ สัญญาณทางแสงที่กำเนิดขึ้นมาจากหน้าจอโทรศัพท์เป็นสัญญาณที่ได้จากการมอดูเลตข้อมูลไบนารี่แบบ Pulse Width Modulation (PWM) สำหรับอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์ใช้ โฟโต้ไดโอดเพื่อกำเนิดสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับสัญญาณทางแสงเพื่อส่งข้อมูลมายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการดีมอดูเลตแบบ PWM และกำเนิดข้อมูลไบนารี่ของรหัสปลดล็อคเพื่อนำไปควบคุมการเปิด-ปิดประตูต่อไป



รูปที่ 1 การทำงานของระบบควบคุมประตูด้วยแสงจากหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่



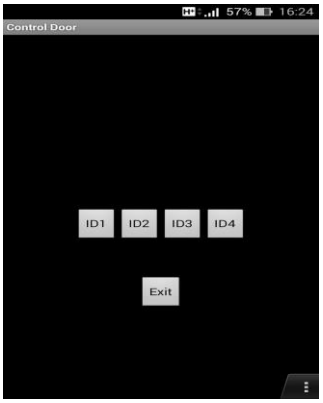
รูปที่ 2 การกำเนิดสัญญาณทางแสงจากหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

2. การทำงานของต้นแบบอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์

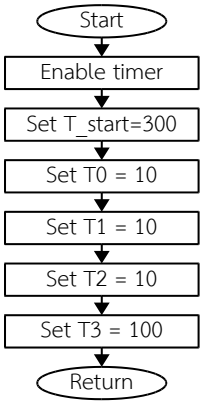
รูปที่ 1 แสดงการทำงานของต้นแบบระบบควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้แสงจากหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ การทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำหน้าที่เป็นภาคส่ง (Transmitter) ของระบบสื่อสารเพื่อส่งข้อมูลไบนารี่จำนวน 4 บิตเพื่อใช้แทนรหัสข้อมูลสำหรับปลดล็อกประตูไปยังอุปกรณ์ภาครับ (Receiver) เป็นการนำข้อมูลไบนารี่ซึ่งถูกบันทึกลงบนหน่วยความจำมาใช้ในการควบคุมความสว่างของจอภาพโดยกำหนดให้ระดับความสว่างของจอภาพมีการเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลไบนารี่ทั้งสี่บิตโดยใช้การมอดูเลตแบบ PWM สำหรับภาครับมีการนำโฟโต้ไดโอดมาใช้ตรวจจับแสงและกำเนิดสัญญาณทางแสงเพื่อป้อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งทำหน้าที่ดีมอดูเลตสัญญาณที่ตรวจจับได้และนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับรหัสเพื่อใช้ในการควบคุมการแสดงผลของหน้าจอ LCD และควบคุมการทำงานของกลอนประตูแม่เหล็กไฟฟ้า

3. การกำเนิดสัญญาณ PWM เพื่อควบคุมความสว่างจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่

ในการกำเนิดสัญญาณทางแสงจากจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นเป็นการเปลี่ยนสีของจอภาพระหว่างสีขาวและดำเพื่อให้ความเข้มแสงของจอภาพมีความสัมพันธ์กับแอมพลิจูดของสัญญาณข้อมูลที่ต้องการส่ง และเพื่อให้อุปกรณ์ภาครับสามารถตรวจจับบิตข้อมูลในตำแหน่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแล้วจะต้องมีการส่งบิตเริ่มต้น (Start biit) เพื่อให้ภาครับสามารถตรวจจับการเริ่มต้นของการส่งข้อมูลได้ สัญญาณในส่วนบิตเริ่มต้นนั้นเป็นสัญญาณลูกคลื่นพัลส์ที่มีความกว้างพัลส์ (Pulse width) เป็น 300 ms ภายหลังจากที่มีการส่งบิตเริ่มต้นก็จะมีการส่งสัญญาณพัลส์เพื่อแทนข้อมูลไบนารี่ทั้งสี่บิตต่อไป โดยจะกำหนดให้สัญญาณลูกคลื่นพัลส์มีความกว้างเป็น 10 และ 100 ms ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลไบนารี่ที่มีค่าเป็นลอจิกศูนย์และหนึ่งตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลไบนารี่ “1011” ความเข้มแสงของหน้าจอโทรศัพท์มือถือจะมีการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 2



รูปที่ 3 การแสดงผลของโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ



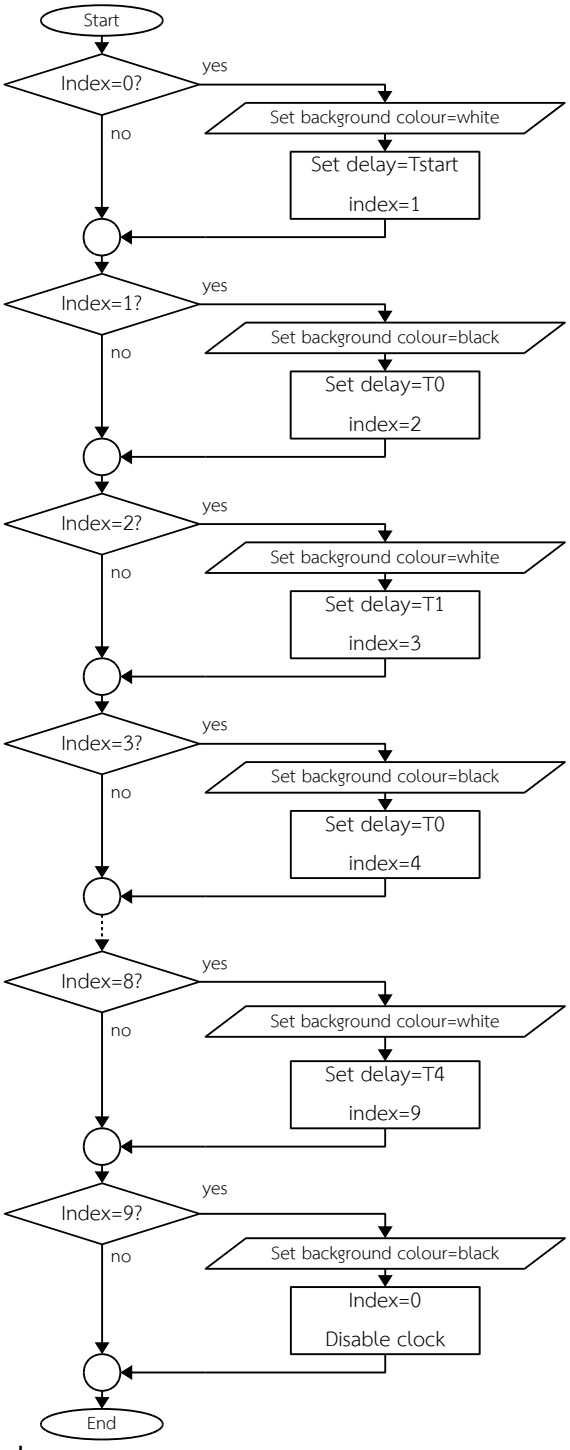
รูปที่ 4 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมภายหลังจากการกดปุ่มส่งข้อมูล

4. การพัฒนาโปรแกรมควบคุมจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่

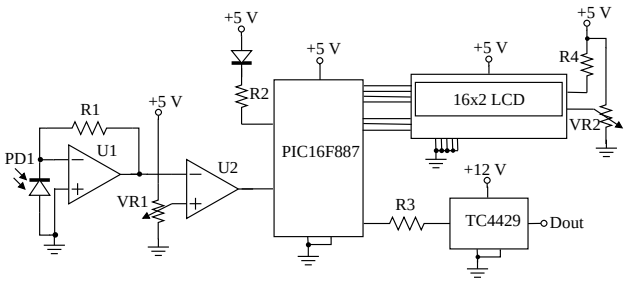
การพัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมจอภาพเพื่อการส่งสัญญาณทางแสงไปยังภาครับมีการนำโปรแกรม App Inventor มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม การดำเนินงานเริ่มต้นจากการพัฒนาโปรแกรมส่วนแสดงผลโดยมีลักษณะดังรูปที่ 3 สำหรับหน้าจอรับคำสั่งเป็นการใส่ปุ่ม (Button) จำนวน 4 ปุ่มเพื่อควบคุมให้โปรแกรมกำเนิดสัญญาณสำหรับข้อมูลไบนารี่จำนวน 4 รูปแบบ และปุ่มสำหรับออกจากโปรแกรม เมื่อมีการกดปุ่มเพื่อส่งข้อมูลในกรณีต่าง ๆ ก็จะมีการเปลี่ยนสีพื้นหลังของจอภาพระหว่างสีขาวและดำเพื่อการส่งข้อมูลในกรณีต่าง ๆ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดค่าตัวแปร T_1 T_2 T_3 และ T_4 ซึ่งใช้สำหรับควบคุมห้วงเวลาที่จอภาพเป็นสีขาวให้มีค่าเป็น 10 หรือ 100 ตามข้อมูลไบนารี่ที่ต้องการส่ง และกำหนดค่าตัวแปร T_0 สำหรับควบคุมห้วงเวลาที่จอเป็นสีดำให้มีค่าเป็น 10 และมีการกำหนดให้โปรแกรมส่วนจับเวลา (timer) เริ่มต้นทำงาน การทำงานดังกล่าวเป็นไปดังผังงาน (Flowchart) ในรูปที่ 4 สำหรับโปรแกรมส่วนจับเวลาจะมีการจับเวลาในการทำงานและจะมีการเรียนใช้งานฟังก์ชั่นย่อยทุกๆครั้งที่มีระยะเวลาครบตามที่กำหนดไว้ตามตัวแปรหน่วยเวลา (Delay) ตัวแปร Index ในฟังก์ชั่นถูกใช้เพื่อกำหนดลำดับการแสดงผลข้อมูล โปรแกรมจะมีการตรวจสอบค่าของตัวแปร Index และจะมีการกำหนดการแสดงผลของฉากหลังตามค่า Index ที่กำหนดไว้ เมื่อค่า Index มีค่าเป็น 9 ซึ่งเป็นค่าสุดท้ายจะมีการคืนค่าสถานะของจอให้กลับมาเป็นสีดำ ปรับค่าตัวแปร Index ให้เป็นค่าศูนย์และปิดฟังก์ชั่นจับเวลาเพื่อหยุดการทำงานและรอรับการกดปุ่มครั้งถัดไป

5. การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแสงและควบคุมประตู

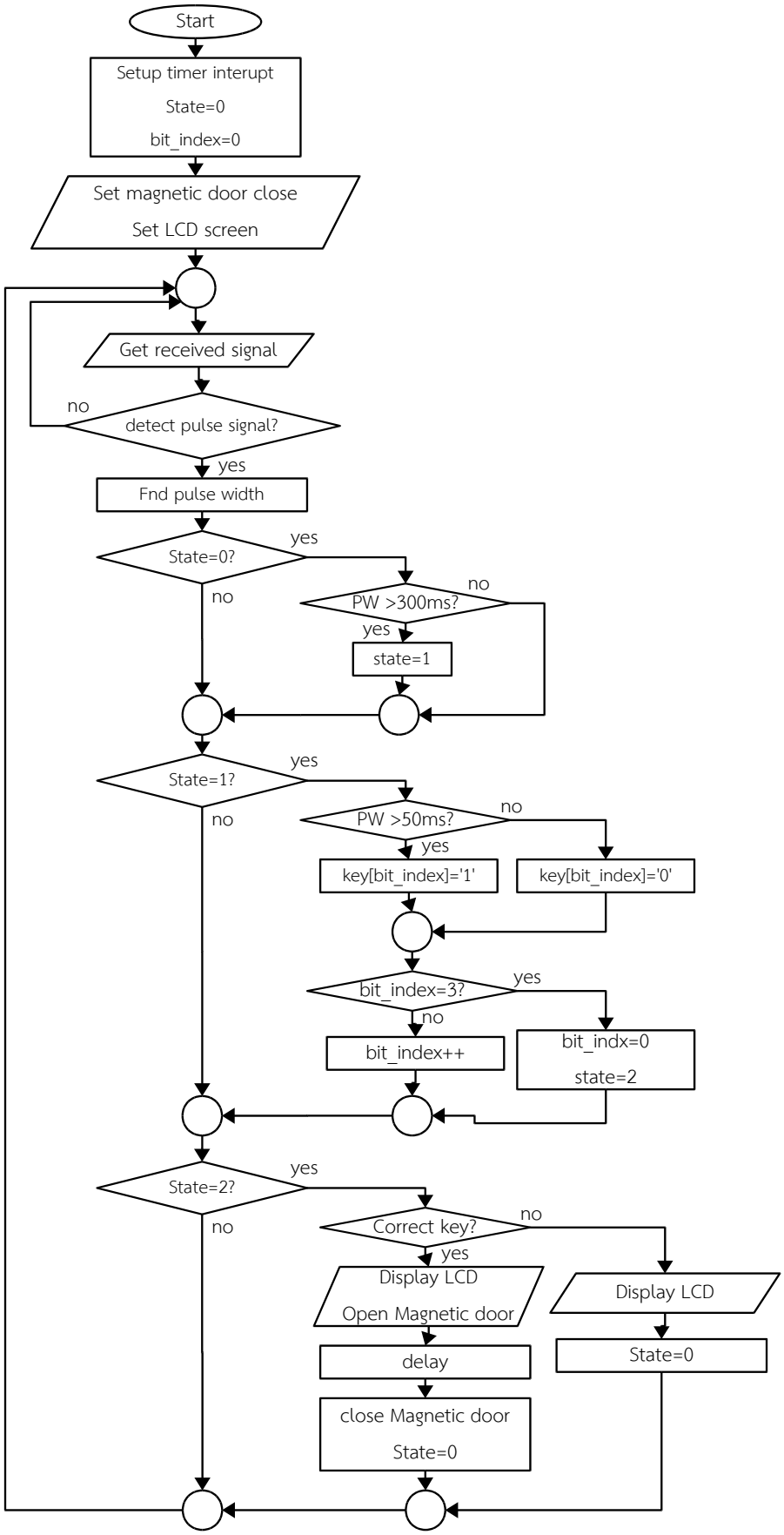
การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแสงและควบคุมประตูเป็นการพัฒนาวงจรตรวจจับสัญญาณทางแสงโดยการนำโฟโต้ไดโอดมาต่อวงจร Transimpedance amplifier เพื่อกำเนิดสัญญาณแรงดันกระแสไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับสัญญาณทางแสงที่มาตกกระทบโฟโต้ไดโอด สัญญาณที่ได้ถูกส่งต่อไปยังวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Voltage comparator) เพื่อกำเนิดสัญญาณดิจิทัลสำหรับป้อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 เพื่อการดีมอดูเลตและตัดสินใจเพื่อควบคุมจอภาพและภาค MOSFET Driver ซึ่งเชื่อมต่อกับกลอนประตูแม่เหล็กต่อไป รูปที่ 7 แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการใช้ interrupt timer ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการตรวจจับสัญญาณลูกคลื่นพัลส์ที่ตรวจจับได้จากวงจรจรวจจับสัญญาณ หากมีการตรวจพบสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 300ms ก็จะเริ่มต้นวนรอบเพื่อตรวจจับสัญญาณ PWM



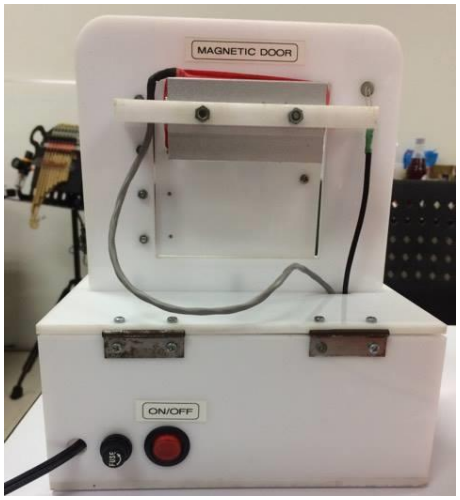
รูปที่ 5 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมส่วนจับเวลา



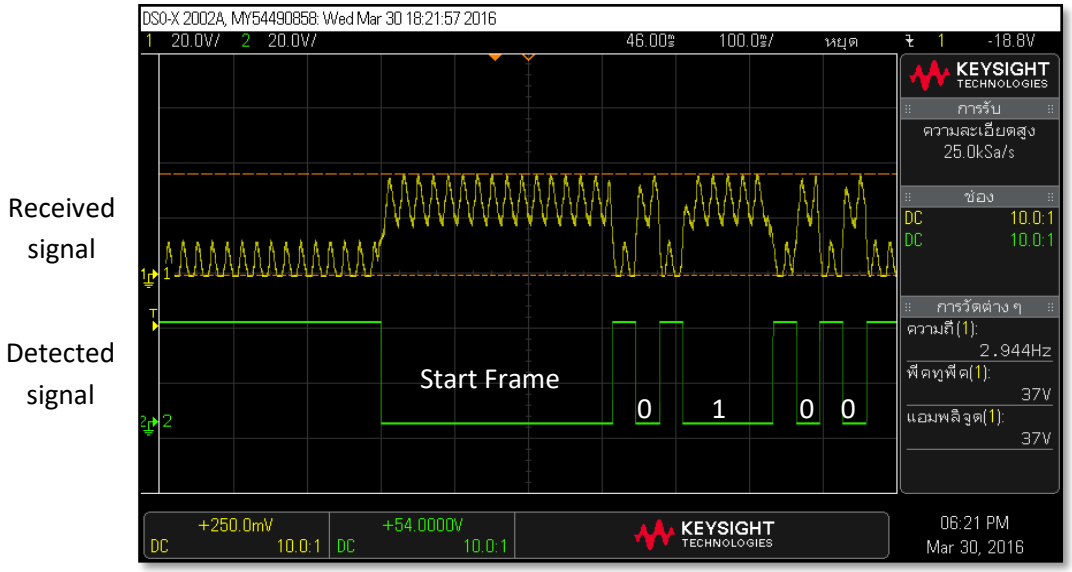
รูปที่ 6 วงจรตรวจจับสัญญาณทางแสงและควบคุมกลอนประตูแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 7 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 8 ต้นแบบอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 9 สัญญาณแรงดันกระแสไฟฟ้าที่ตรวจจับได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณทางแสง

และทำการดีมอดูเลตเพื่อกำเนิดข้อมูลไบนารี่ทั้งสี่บิต เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับรหัสเพื่อการควบคุมการเปิด-ปิดกลอนประตูแม่เหล็กไฟฟ้าต่อไป

6. ผลการทดลอง

การทดสอบคุณสมบัติของต้นแบบที่พัฒนาทำได้โดยการทดลองนำจอภาพโทรศัพท์เคลื่อนที่มาอยู่ใกล้กับตัวตรวจจับแสงและทำการเรียนใช้งานโปรแกรมเพื่อส่งสัญญาณทางแสง เมื่อมีการกดปุ่มข้อมูลซึ่งมีการส่งรหัสที่ตรงกับรหัสที่กำหนดไว้อุปกรณ์ภาครับก็จะมีการสั่งการให้สามารถเปิดประตูได้ รูปที่ 9 เป็นผลการใช้ออสซิโลสโคปตรวจจับสัญญาณขาออกจากวงจรตรวจจับสัญญาณทางแสงและวงจรเปรียบเทียบแรงดันกระแสไฟฟ้าภายหลังจากที่นำจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่มาใกล้กับตัวตรวจจับแสงและกดปุ่มบนหน้าจอเพื่อส่งข้อมูลไบนารี่ “0100” การกำหนดความกว้างพัลส์สำหรับการส่งข้อมูล Start bit และการส่งข้อมูลไบนารี่ในกรณีต่าง ๆ เป็นไปดังรายละเอียดใน

หัวข้อที่ผ่านมา จากรูปแสดงให้เห็นว่าสัญญาณที่ตรวจจับได้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลไบนารี่ตามที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามระดับแรงดันของสัญญาณที่ตรวจจับได้จะมีระดับแรงดันกระแสไฟฟ้าที่ไม่คงที่ระหว่างการรับข้อมูลแต่ละชุดโดยคาดว่าเกิดจากการทำงานของจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทุก ๆ ห้วงเวลาที่กำหนดไว้

7. บทสรุป

บทความนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้แสงจากจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบแอนดรอยด์ มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนเพื่อจัดเก็บข้อมูลไบนารี่สำหรับปลดล็อกประตูและควบคุมความสว่างจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนให้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลไบนารี่โดยใช้การมอดูเลตแบบ PWM มีการออกแบบอุปกรณ์เพื่อตรวจจับสัญญาณทางแสงด้วยโฟโต้ไดโอดและประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดประตู จากผลการทดสอบพบว่าอุปกรณ์ควบคุมประตูอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นหน้าจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงสามารถใช้เพื่อกำเนิดสัญญาณทางแสงสำหรับการรับและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดในการควบคุมการแสดงผลของจอภาพ จึงไม่สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็วที่มากนักได้

บรรณานุกรม

[1] Ray Tricker, *Optoelectronics and fiber optic technology*, 2002

[2] Z. Xu and B. M. Sadler, “Ultraviolet communications: potential and state-of-the-art,” *IEEE Communications Magazine*, Vol. 46, no. 5, pp. 67-73, May 2008

[3] T. Komine, M. Nakagawa, “Fundamental Analysis for Visible-Light Communication System using LED Light,” *IEEE Transaction on Consumer Electronics*, Vol. 50, No. 1, pp. 100-107, February, 2004

[4] MIT App Inventor, http://appinventor.mit.edu/explore/ออนไลน์