

การพัฒนาป้ายอิเล็กทรอนิกส์แสดงข้อมูล และราคาสินค้าผ่านช่องสัญญาณไร้สาย

สุขสันต์ บุญเรือง* ญัฐดนัย สิงห์ศิวัตรณ**
ชัยวรรณ สายเผ่าพันธุ์*** จุรีพร ศรีชุมแสง***

* สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

** สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

*** โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

Corresponding author e-mail : mar6666@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์ให้แสดงข้อมูลและราคาของสินค้าผ่านช่องสัญญาณไร้สาย โดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ 1) ระบบฐานข้อมูลและโปรแกรม EL-managements และ 2) ป้ายอิเล็กทรอนิกส์ โดยโปรแกรม EL-managements จะทำหน้าที่บริหารจัดการข้อมูลในระบบฐานข้อมูลและส่งข้อมูลที่ต้องการไปแสดงยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะติดตั้งอยู่บนชั้นสินค้า ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยโปรแกรมจะสามารถเลือกให้แสดงข้อมูลสินค้าแตกต่างกันไปในแต่ละป้ายได้

งานวิจัยนี้พัฒนาต้นแบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นจำนวน 2 ป้าย ทดสอบการทำงานด้วยการส่งข้อมูลให้เหมือนกันทั้ง 2 ป้าย 100 ครั้ง พบว่าทั้ง 2 ป้ายแสดงข้อมูลได้ถูกต้องทุกครั้ง ส่วนการทดสอบด้วยการส่งข้อมูลให้ทั้ง 2 ป้ายแตกต่างกัน พบว่าทั้ง 2 ป้ายแสดงข้อมูลได้ถูกต้องทุกครั้ง โดยป้ายสามารถรับข้อมูลในพื้นที่เปิดโล่งได้ไกลถึง 260 เมตร ส่วนการส่งข้อมูลระหว่างห้องภายในอาคารสามารถรับได้ไกลที่สุด 60 เมตร

คำสำคัญ : เครือข่ายไร้สาย/ ป้ายอิเล็กทรอนิกส์

The Development of Electronic Label System for Display a Product Name and Price through the Wireless Network

Suksan Boonruang^{*} Nutdanai Singkhleewon^{**}
Chaiyawan Saipaopan^{***} Jureeporn Seechumsang^{***}

^{*} Computer Technology Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

^{**} Electronics Computer Technology Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

^{***} Demonstration School of Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

Abstract

This research purpose was to develop a prototype of electronic label for display product name and price through the wireless network. It is consist of 2 main part : 1) database system and program EL-management and 2) the electronic label. The program "EL-managements" is for manages the data in the database and send to show on the electronic label which it installed on a shelf at various locations and the program can choose to show different information on each label.

In this research has developed an electronic label for 2 prototypes. The testing by send 100 item of information to the both of electronic label and it was not found an error. The testing by send 100 item of different information to the both of electronic label and it was not found an error. The electronic label can be obtained information up to 260 meters in the open areas and 60 meters between rooms inside the building.

Keywords : electronic shelf label/ wireless network

บทนำ

ในปัจจุบันผู้ทำธุรกิจประกอบการค้าของห้างสรรพสินค้า ตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เช่น ร้านขายเสื้อผ้า ร้านขายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ต่างมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าอยู่เสมอ อันเนื่องมาจากกลยุทธ์ทางการตลาดที่ใช้ การปรับเปลี่ยนราคาสินค้าเพื่อกระตุ้นให้ผู้บริโภคมีความสนใจในการซื้อสินค้ามากขึ้น การใช้แรงงานคนในการเปลี่ยนป้ายราคาสินค้าจำนวนมาก มักเกิดข้อผิดพลาดทำให้ผู้บริโภคเกิดความสับสนและต้องเสียเวลาในการตรวจสอบราคาสินค้า จนอาจรู้สึกไม่ประทับใจและทำให้ผู้ประกอบการสูญเสียลูกค้าไปโดยไม่รู้ตัว จึงได้มีความพยายามในการจัดการข้อมูลราคาสินค้าโดยการพัฒนาระบบป้ายสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ โดย วรุฑ ทองน้ำเพ็ญ (2551) พัฒนาป้ายอิเล็กทรอนิกส์ให้แสดงเฉพาะราคาสินค้าแต่ทำงานผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย

ส่วน Jingping & Li (2013) ได้พัฒนาป้ายอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้แผ่นกระดาษอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุปกรณ์แสดงผล Ying Wang & Hu (2013) ได้เสนอให้แก้ไขปัญหาที่ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและวิธีการทำให้ส่งข้อมูลได้เร็วขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัย จึง พัฒนาระบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถแสดงข้อมูลและราคาสินค้า

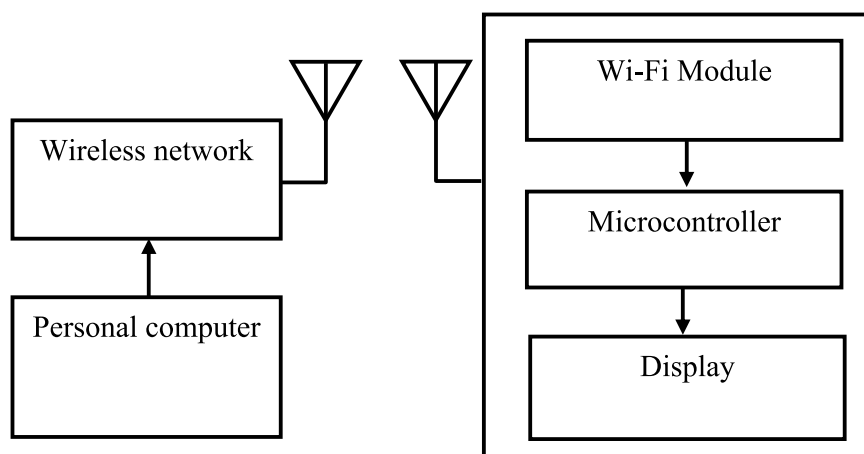
โดยทำงานผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลสินค้า โดยระบบจะติดตั้งโปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้าลงในคอมพิวเตอร์กลาง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสินค้าต่างๆ จากคอมพิวเตอร์โปรแกรมจะส่งการผ่านระบบเครือข่ายไร้สายให้ป้ายอิเล็กทรอนิกส์เปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยอัตโนมัติ ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนราคาสินค้าได้ถูกต้องอย่างเป็นปัจจุบันและทำให้การจัดการข้อมูลสินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อพัฒนาระบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์สำหรับบริหารจัดการข้อมูลและราคาสินค้า
2. เพื่อพัฒนาระบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถควบคุมการแสดงผลผ่านช่องสัญญาณไร้สาย

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 1) ชั้นการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) ชั้นการออกแบบและพัฒนา 3) ชั้นการทดสอบการทำงาน



ภาพที่ 1 หลักการทำงานของป้ายอิเล็กทรอนิกส์

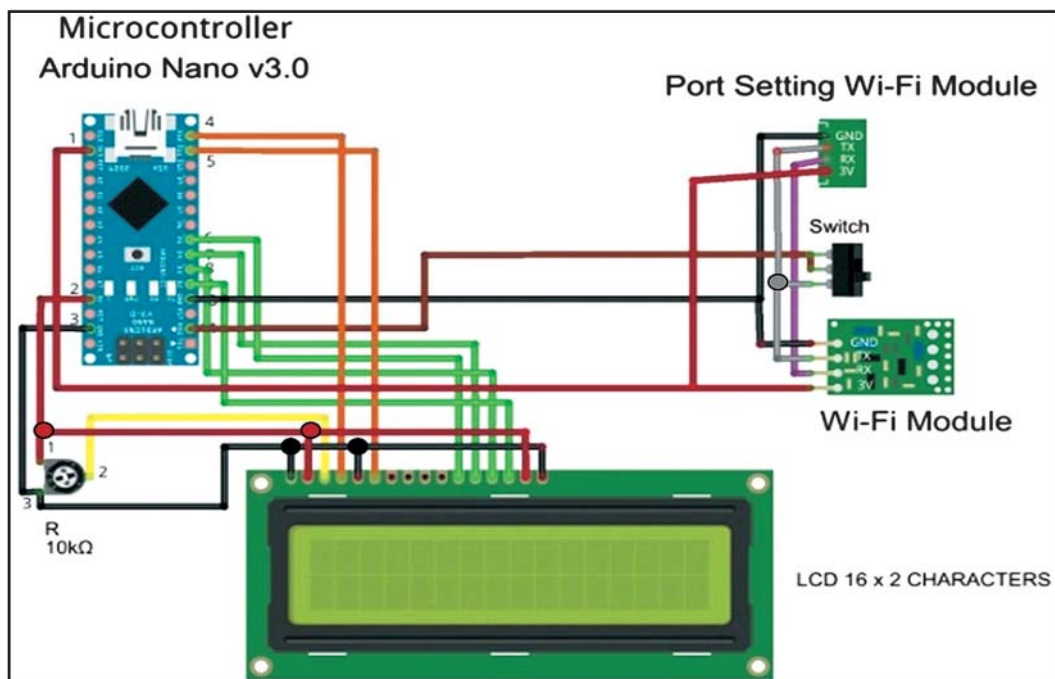
หลักการการทำงานของระบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (ภาพที่ 1) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก คือ คอมพิวเตอร์แม่ข่าย และป้ายอิเล็กทรอนิกส์ โดยบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจะติดตั้งโปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้า EL-managements (Electronic Labeling managements) ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจัดการข้อมูลสินค้าในฐานข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์แต่ละป้าย ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย โดยภายในป้ายอิเล็กทรอนิกส์ฯ จะใช้ Wi-Fi module เป็นอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลและใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ และแสดงชื่อและราคาสินค้าบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

การออกแบบและพัฒนา

งานวิจัยแบ่งการการออกแบบและพัฒนา ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ 2) การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

1. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

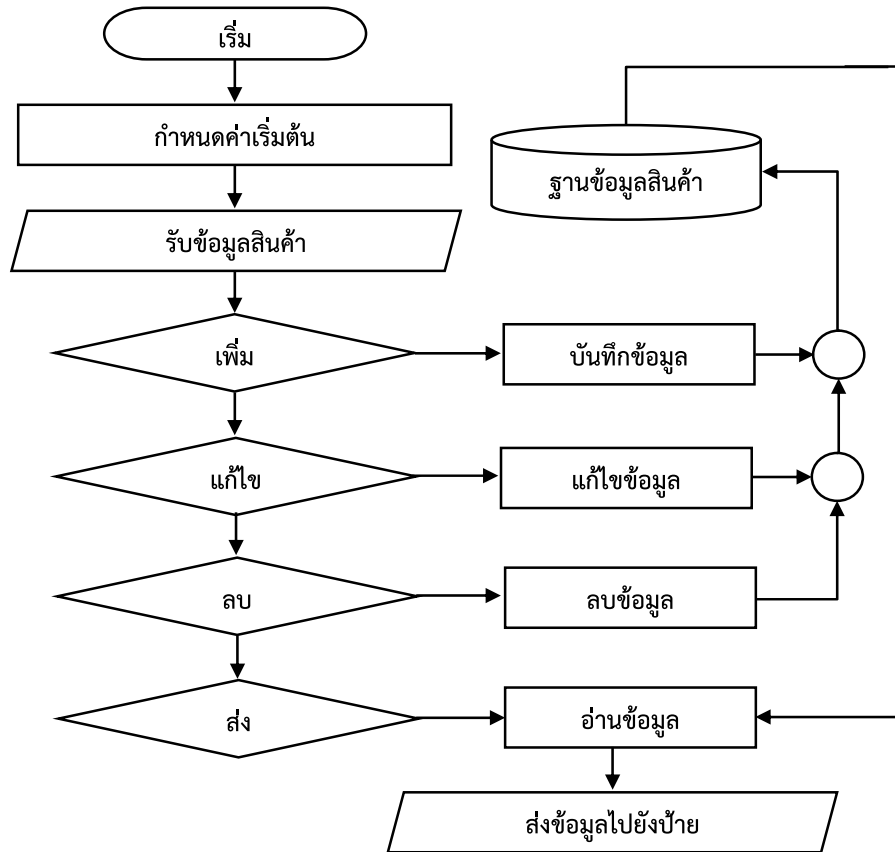
ส่วนประกอบด้านฮาร์ดแวร์ของป้ายอิเล็กทรอนิกส์แสดงดังภาพที่ 2 เมื่อ Wi-Fi module ได้รับข้อมูลราคาและชื่อสินค้าจากคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ก็ส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล (ภาพที่ 3) และแสดงผลบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ออกมาเป็นตัวอักษรและตัวเลข



ภาพที่ 2 วงจรป้ายอิเล็กทรอนิกส์

2. การออกแบบด้านโปรแกรมควบคุม

2.1 การออกแบบด้านโปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้า



ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้า

โปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้าจะติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยทำหน้าที่จัดการข้อมูลสินค้าในฐานข้อมูล และสั่งการให้ป้ายอิเล็กทรอนิกส์แสดงราคาสินค้า มีหลักการทำงานดังนี้

1) กำหนดค่าเริ่มต้น ได้แก่ ชื่อของเซิร์ฟเวอร์ ชื่อของฐานข้อมูล ตารางการเก็บข้อมูล และพอร์ตการทำงาน

2) รับข้อมูลสินค้า ได้แก่ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาสินค้า และ IP address

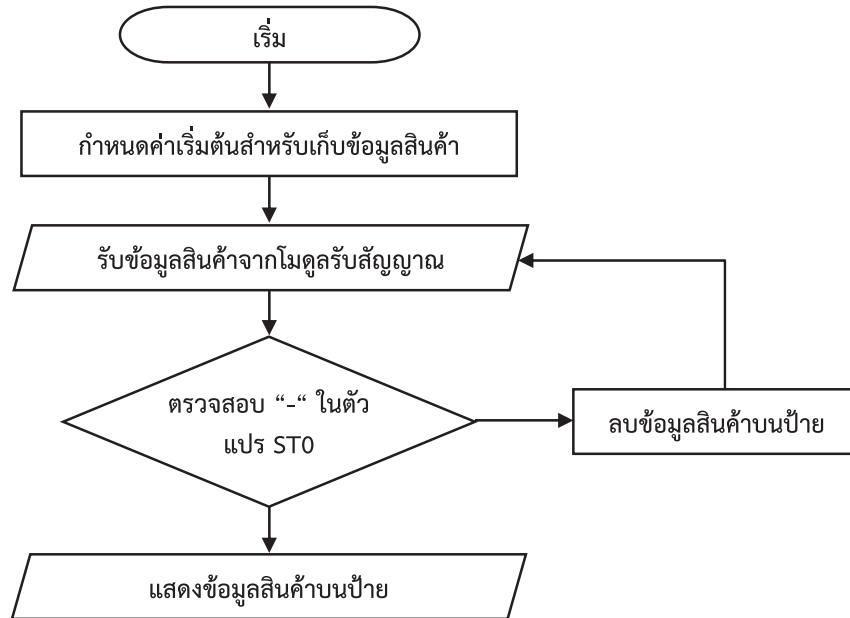
3) ถ้าคลิกปุ่มเพิ่ม แล้วเงื่อนไขเป็นจริงให้เพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูลสินค้า หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ให้ไปทำข้อ 4

4) ถ้าคลิกปุ่มแก้ไข แล้วเงื่อนไขเป็นจริงให้แก้ไขข้อมูลลงในฐานข้อมูลสินค้า หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ให้ไปทำข้อ 5

5) ถ้าคลิกปุ่มลบ แล้วเงื่อนไขเป็นจริงให้ลบข้อมูลลงในฐานข้อมูลสินค้า หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ให้ไปทำข้อ 6

6) ถ้าคลิกปุ่มส่ง แล้วเงื่อนไขเป็นจริงให้อ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลสินค้า และส่งข้อมูลสินค้าไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ให้ไปทำข้อ 2

2.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการรับส่งและแสดงผลข้อมูลบนป้ายอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมการรับ-ส่ง และแสดงผลข้อมูลบนป้ายอิเล็กทรอนิกส์

จากภาพที่ 4 การรับ-ส่ง และแสดงผลข้อมูลบนป้ายอิเล็กทรอนิกส์ มีการทำงานดังนี้

1) กำหนดค่าเริ่มต้น ได้แก่ กำหนดขาไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับเชื่อมต่อจอแสดงผลแบบผลึกเหลว กำหนดตัวแปร (ST0) สำหรับเก็บข้อมูลสินค้ากำหนดคุณลักษณะของจอแสดงผล โดยให้แสดง 16 ตัวอักษร 2 แถว กำหนดค่าบอร์ดเรทของการรับข้อมูล

2) รับข้อมูลสินค้าจากโมดูลรับสัญญาณ

3) รับข้อมูลสินค้าเก็บไว้ในตัวแปร ST0

4) ถ้าตรวจสอบในตัวแปร ST0 เท่ากับ “+” แล้วเงื่อนไขเป็นจริงให้ ลบข้อมูลทั้งหมดบนจอแสดงผล จากนั้นกลับไปทำข้อ 3 หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ให้ไปทำข้อ 5

5) แสดงผลข้อมูลจากตัวแปร ST0 บนจอแสดงผล และกลับไปทำข้อ 4 ซ้ำ

ผลการวิจัย

ภาพที่ 5 แสดงป้ายอิเล็กทรอนิกส์ที่เสร็จสมบูรณ์ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลและราคาสินค้าบนป้ายผ่านโปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้า (ภาพที่ 6) ซึ่งติดตั้งไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย



ภาพที่ 5 ป้ายอิเล็กทรอนิกส์

รูปแบบการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อสร้างความตระหนัก เรื่องการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ

อนุสรณ์ มาดวง* วันทนีย์ สว่างอารมณ์**
อรุณ ชาญชัยเขาวีวัฒน์***

* สาขาวิชาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

** สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

*** สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

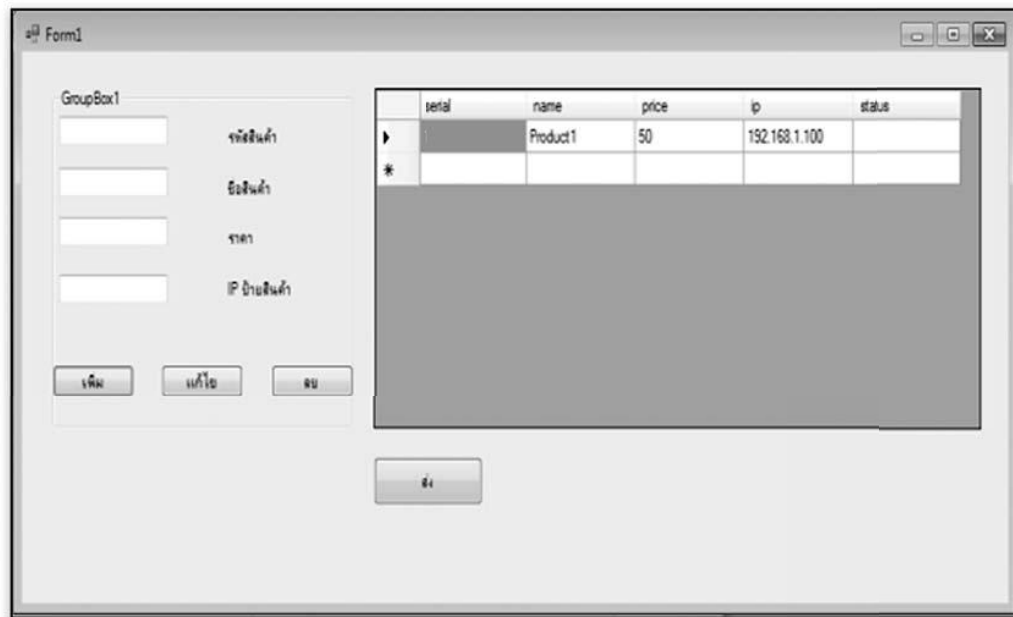
Corresponding author e-mail : madoung_1@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย (1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการใช้สื่อวีดิทัศน์ กับสื่อบุคคลในเรื่องการสร้างความรู้และความตระหนักในการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ ในการสร้างความรู้ในการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพของเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย (3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการสื่อสารแบบบูรณาการ เพื่อสร้างความรู้และความตระหนักการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสอบถาม และสื่อโทรทัศน์ นิตยสาร วารสาร และหนังสือพิมพ์ ที่มีเนื้อหาเรื่องจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติ t – test (Dependent samples)

ผลการวิจัยในกลุ่มตัวอย่างพบว่า การได้รับข้อมูลการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพของเกษตรกรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้รับจากโทรทัศน์มากที่สุด รองลงมาคือแหล่งข้อมูลจากนิตยสาร และวารสารอยู่ในระดับปานกลาง แหล่งข้อมูลจากวิทยุ บุคคลทั่วไป และหนังสือพิมพ์ น้อยที่สุด การวัดความรู้ของกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับการใช้จุลินทรีย์พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำแบบสอบถามจำนวน 60 คน ก่อนและหลังการใช้สื่อ มีคะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านดังนี้ (1) ด้านการเลือกซื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพก่อนการใช้สื่อ 3.23 คะแนน และหลังจากการใช้สื่อ 3.63 คะแนน ตามลำดับ (2) ด้านการใช้จุลินทรีย์ ก่อนการใช้สื่อ 3.24 คะแนน และหลังจากการใช้สื่อ 3.71 คะแนน (3) ด้านการดูแลรักษาจุลินทรีย์ ก่อนการใช้สื่อ 3.61 คะแนน และหลังจากการใช้สื่อ 3.91 คะแนน เมื่อพิจารณาภาพโดยรวม และรายด้านก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสื่อสารแบบบูรณาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

คำสำคัญ : การสื่อสารวิทยาศาสตร์/ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 8 หน้าจอสำหรับการส่งข้อมูล

ผลการทดสอบการทำงานของป้ายอิเล็กทรอนิกส์ 2 ป้าย

1) การส่งข้อมูลชื่อและราคาสินค้าที่เหมือนกัน คือ “PRODUCT 5 THB” ไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 2 ป้าย ในพื้นที่โล่งที่ระยะ 60 120 180 240 และ 260 เมตร ที่ระยะละ 50 ครั้ง พบว่าสามารถแสดงผลข้อมูลได้ถูกต้องทุกครั้ง

2) การส่งข้อมูลชื่อและราคาสินค้าที่เหมือนกัน คือ “PRODUCT 5 THB” ไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 2 ป้าย ที่ระยะ 20 40 และ 60 เมตร ในระหว่างห้องภายในอาคาร จำนวน 50 ครั้ง นั้น พบว่าป้ายอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 2 ป้าย แสดงผลข้อมูลได้ถูกต้องทุกครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด

3) การส่งข้อมูลชื่อและราคาสินค้าที่แตกต่างกัน คือ “PRODUCT ONE 6 THB” ไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ที่ 1 และ “PRODUCT TWO 6 THB” ไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ที่ 2 ในพื้นที่โล่งที่ระยะ 60 120 180 240 และ 260 เมตร จำนวน 100 ครั้ง พบว่าป้ายอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 2 ป้าย แสดงผลข้อมูลได้ถูกต้องทุกครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด

4) การส่งข้อมูลชื่อและราคาสินค้าที่แตกต่างกัน คือ “PRODUCT ONE 6 THB” ไปยังป้าย

อิเล็กทรอนิกส์ที่ 1 และ “PRODUCT TWO 6 THB” ไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ที่ 2 ในระหว่างห้องภายในอาคารที่ระยะ 60 120 180 240 และ 260 เมตร จำนวน 100 ครั้ง พบว่าป้ายอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 2 ป้าย แสดงผลข้อมูลได้ถูกต้องทุกครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด

สรุปผลการวิจัย

ระบบป้ายอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้ ต้องติดตั้งโปรแกรมจัดการข้อมูลสินค้า EL-managements ซึ่งทำหน้าที่บริหารจัดการข้อมูลสินค้าทั้งหมดในฐานข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการบันทึกข้อมูล 2) ส่วนการแก้ไขข้อมูล 3) ส่วนการลบข้อมูล 4) ส่วนการส่งข้อมูล และทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่อสินค้าและราคาสินค้าที่ถูกเปลี่ยนแปลงผ่านระบบเครือข่ายไร้สายไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ที่วางในตำแหน่งต่างๆ บนชั้นสินค้าได้ระยะทางถึง 60 เมตร จากอุปกรณ์กระจายสัญญาณทำให้สะดวกและรวดเร็วในการบริหารราคาสินค้า

ส่วนป้ายราคาสินค้าที่พัฒนาขึ้นนี้ แสดงผลด้วยจอผลึกเหลวแบบ 16 อักขร 2 บรรทัด จึงสามารถแสดงชื่อสินค้าและราคาสินค้าแยกออกจาก

กันได้ซึ่งงานวิจัยของ วรุฒ ทองน้ำเพ็ญ (2551) แสดงผลราคาสินค้าเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบด้านราคาแล้ว การใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะมีต้นทุนต่ำกว่าการใช้จอแสดงผลแบบกระดาษอิเล็กทรอนิกส์ (Jingping & Li, 2013) และยังคงสั่งซื้อจากต่างประเทศ ส่วนความเร็วในการส่งข้อมูลไปยังป้ายอิเล็กทรอนิกส์ ของ Wi-Fi module นั้นมีความเร็วไม่แตกต่างกันกับ Zigbee technology ในวิจัยของ Ying Wang & Hu (2013) เพราะใช้มาตรฐาน IEEE 802.11b/g ในการส่งข้อมูลเหมือนกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (วิทยาการโทรคมนาคม) ที่สนับสนุนให้ความรู้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

วรุฒ ทองน้ำเพ็ญ. (2551). **ป้ายแสดงข้อมูลสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ผ่านช่องสัญญาณไร้สาย**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริษัท Optimus (Thailand) จำกัด. (2556). **IEEE 802.11N อนาคตของเน็ตเวิร์คไร้สาย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2557, จาก <http://www.optimus.co.th/Technology/OPT-TN-0037>

Jingping, X., & Wenjun, L. (2013). **Design of electronic shelf label based on electronic paper display**. Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2013 3rd International Conference, 250 - 253.

Ying, W., & Yu, H. (2013). **Design of electronic shelf label systems based on ZigBee**. Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2013 4th IEEE International Conference, 415 - 418.