

ระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวัสดิการอาหาร

E-Coupon System for Food Welfare

ตะวัน ภูริต กัญจนาศิลาวรรณเวช และ สุธเทพ ทัตธวัช

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

บางหว้า ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ 0-2457-0068

E-mail: tawan.phu@siam.edu kanchana.sil@siam.edu Suthep.thu@siam.edu

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์ใช้กับสวัสดิการอาหารโดยบูรณาการร่วมกับบัตรพนักงานอาร์เอฟไอดีชนิดความถี่ต่ำกับระบบสมองกลฝังตัว เชื่อมโยงการทำงานเข้ากับระบบฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ทดแทนการใช้คูปองกระดาษซึ่งมีข้อเสียคือสิ้นเปลืองกำลังคนในการจัดการ ชำรุดเสียหายง่าย การควบคุมการใช้คูปองให้เป็นไปตามนโยบายทำได้ยาก ใช้เวลาในการนับ รวมถึงอาจใช้คูปองซ้ำซ้อน และมีความไม่สะดวกในการใช้งาน ผลการทดสอบกับนครผู้ใช้งานจำนวน 100 ใบใน 9 หัวข้อการทดสอบ พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและตอบสนองความต้องการของบริษัทได้เป็นอย่างดี ลดภาระงานของฝ่ายบุคคล สามารถควบคุมการใช้คูปองให้เป็นไปตามนโยบาย สามารถตรวจสอบเชื่อถือได้ และสะดวกต่อการใช้สิทธิ์ของพนักงาน

คำสำคัญ: คูปองอิเล็กทรอนิกส์, อาร์เอฟไอดี, ระบบสมองกลฝังตัว

Abstract

This research is the design and development of an E-coupon system for food welfare that is integrated with a low frequency RFID card of employee with embedded system instead of the traditional coupon paper. However, this helps to connect to the database in order to avoid disadvantages such as management time, fragile as well as difficult to enforcing the policy. By using the traditional way can also take time to count, it can cause the duplication of spending coupons and so it is not convenient to use. Finally, as the results, after applying a 100 RFID with 9 domain tests we has discovered that the system performed effectively and has met the requirements, which helped to reduce the time to operate and performed the policy enforcement efficiently as well as enable to be verified and trusted by the use of employee.

Keywords: e-Coupon, RFID, Embedded System

1. บทนำ

ในสภาพเศรษฐกิจที่มีความผันผวนและค่าครองชีพรายบุคคลสูงขึ้น กลุ่มบริษัทแห่งหนึ่งประกอบด้วยสามบริษัทย่อย ต้องการสนับสนุนค่าอาหารกลางวันให้กับพนักงาน จึงจัดทำเป็นคูปองกระดาษบริษัทละสิไม่ซ้ำกันให้พนักงานของบริษัท ทุกคน ทุกวัน วันละ 1 ใบเพื่อไปชำระค่าอาหารยัง โรงอาหารกลาง แต่ละบริษัทจะรับผิดชอบค่าอาหารเฉพาะพนักงานของตน โดยไม่อนุญาตให้ซื้อขายหรือโอนสิทธิ์ให้ผู้อื่น แผนกบุคคลจัดทำและควบคุมดูแลการใช้คูปองให้เป็นไปตามนโยบาย

การใช้คูปองกระดาษพบปัญหาหลายประการ ต้องเสียเวลาหลายชั่วโมงในการพิมพ์คูปอง/ประทับลายเซ็นผู้บริหาร/นำมาเคลือบ/ตัดเป็นชิ้น/นับจำนวนคูปองให้แต่ละคนตามแผนก ต้องจัดเตรียมคูปองเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนพนักงานทั้งหมดคูณจำนวนวันทำงาน ทั้งยังต้องมีการจัดเตรียมล่วงหน้าให้เสร็จสิ้นก่อนสิ้นเดือนเพื่อรอนำไปแจกจ่ายโดยหัวหน้าแผนก พนักงานอาจจะใช้งานคนละช่วงเวลาไม่พร้อมกัน มีการกลางานหรือได้รับมอบหมายให้ไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ทำให้การกระจายคูปองจากฝ่ายบุคคลไปยังพนักงานทุกคนต้องใช้เวลาพอสมควร

นอกจากนี้การจัดทำคูปองกระดาษยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากร มีโอกาสผิดพลาดได้ พนักงานจะต้องนำคูปองติดตัวมาทุกวัน (โดยส่วนมากจะนำมาทั้งหมด) บ่อยครั้งที่ทำคูปองหล่นหาย และอาจถูกใช้โดยผู้ที่ไม่ใช่เจ้าของ หรือถูกชักไปพร้อมเสื้อผ้า คูปองกระดาษที่เวียนใช้ในระบบไม่กำหนดวันหมดอายุ พนักงานสามารถนำคูปองของเดือนก่อนหน้ามาใช้ได้ ทำให้คูปองในระบบมีจำนวนไม่แน่นอน การควบคุมติดตามและตรวจสอบการใช้คูปองให้ตรงตามนโยบายของบริษัททำได้ยาก การจ่ายเงินให้กับร้านค้าต้องใช้เวลาตรวจนับจำนวนคูปอง จึงมีความต้องการระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทดแทนการใช้คูปองกระดาษ

2. ทฤษฎี

อาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification: RFID) ได้รับความนิยมใช้งานเนื่องจากมีคุณสมบัติเรื่องการอ่านข้อมูลโดยไม่ต้องสัมผัส อาร์เอฟไอดีถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี 1948 [1] และได้มีการ

นำไปใช้งาน เช่น ในร้านค้า ในโรงยิม [2][3] ซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลาย บัตรอาร์เอฟไอดี มีทั้งชนิดอ่านและเขียนได้ งานวิจัยนี้เลือกใช้บัตรอาร์เอฟไอดีชนิดไม่สามารถเขียนข้อมูลได้ ทำงานด้วยความถี่ 125 kHz ตามมาตรฐาน ISO10536 ซึ่งมีราคาไม่แพง ใช้งานร่วมกับระบบควบคุมเครื่องจักรที่มีอยู่ในสายการผลิตได้ ระบบอาร์เอฟไอดีประกอบด้วย เครื่องอ่าน (Reader Module) ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเพื่ออ่านข้อมูลจากตัวบัตร (Tag, Transponder) ภายในประกอบด้วยสายอากาศเพื่อรับส่งสัญญาณวิทยุและสร้างพลังงานให้ไมโครชิปเพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังตัวอ่าน

ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) ทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมของระบบ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32[4] ซึ่งเหมาะสำหรับงานประเภทอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ทำให้สามารถเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเข้ากับระบบแม่ข่ายคอมพิวเตอร์ได้

3 การออกแบบระบบความปลอดภัยอิเล็กทรอนิกส์

3.1 ความต้องการของระบบ

ระบบความปลอดภัยอิเล็กทรอนิกส์จะใช้ทดแทนระบบความปลอดภัยกระดาษ โดยแต่ละเดือนระบบจะจัดสรรคูปองให้พนักงานแต่ละคนเท่ากับจำนวนวันทำงาน และพนักงานแต่ละคนจะสามารถใช้คูปองได้วันละ 1 ใบเท่านั้น ไม่สามารถสะสมไปใช้ในเดิกันถัดไปหรือใช้คราวเดียวหลายใบหรือขาย/ยกให้กันได้

ร้านค้าจะต้องยืนยันตัวตนกับเพย์บ็อกซ์ด้วยการทาบบัตรและกรรหัสผ่านจึงจะสามารถเปิดการใช้งานเพย์บ็อกซ์ได้ เมื่อพนักงานต้องการใช้สิทธิ์จะต้องยื่นบัตรพนักงานให้ร้านค้านำไปทาบที่เพย์บ็อกซ์ ระบบจะตรวจสอบบัตรพนักงานว่าถูกต้องมีข้อมูลอยู่ในระบบและตรวจสอบสิทธิ์เพื่อป้องกันการใช้คูปองเกินสิทธิ์ หากการตรวจสอบถูกต้อง ระบบจะลดจำนวนคูปองที่เหลือออกจากพนักงานคนนั้น 1 ใบ และบันทึกข้อมูลการใช้คูปองลง TF Card พร้อมทั้งส่งข้อมูลการทำรายการ ไปอ็อปเคทที่ฐานข้อมูล พนักงานสามารถตรวจสอบสิทธิ์ที่เหลือได้จากกล่องเพย์บ็อกซ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ที่ส่วนกลางของโรงอาหาร

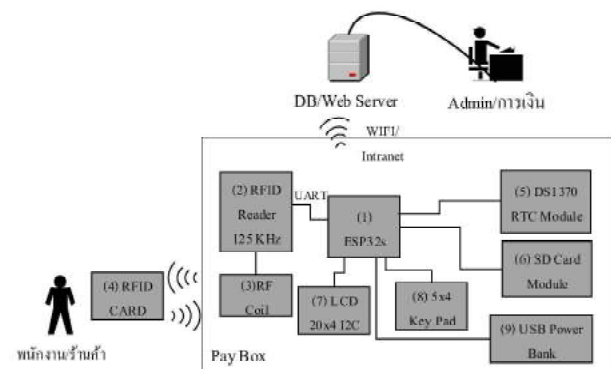
3.2 ระบบความปลอดภัยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบความปลอดภัยอิเล็กทรอนิกส์นี้เป็นการออกแบบระบบสมองกลฝังตัวใช้งานร่วมกับบัตรพนักงานอาร์เอฟไอดีชนิดความถี่ต่ำเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลของพนักงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเดิม โดยโครงสร้างหลักๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนฮาร์ดแวร์เป็นกล่องเพย์บ็อกซ์ (Pay Box) ติดตั้งไว้ที่ร้านค้า และส่วนที่สองเป็นระบบบริหารจัดการข้อมูลหรือส่วนหลังบ้าน (Back Office) จะทำงานบนเครื่องแม่ข่าย HP DL380 Gen10 ในห้องม้านั่ง (ที่มีอยู่เดิมของ

บริษัท เอสเอ็นซีกรุ๊ปหลาย จำกัด) ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu-16.04LTS โดยพัฒนาเว็บไซต์สำหรับบริหารจัดการระบบด้วยภาษาพีเอชพีและเชื่อมโยงข้อมูลกับ MySQL เพื่อเชื่อมต่อกับส่วนฮาร์ดแวร์เพย์บ็อกซ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไร้สายของบริษัท

3.3 กล่องเพย์บ็อกซ์

กล่องเพย์บ็อกซ์ ซึ่งภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 1 ได้แก่ (1) บอร์ด ESP32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนามาจาก ESP8266 สามารถเชื่อมต่อผ่าน WIFI เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ให้บริการฐานข้อมูลในรูปแบบอินเทอร์เน็ต (2) ติดตั้ง RFID Module แบบความถี่ต่ำ RDM6300 125KHz รับส่งสัญญาณกับ (3) สายอากาศเพื่ออ่านค่าจาก (4) บัตรพนักงานชนิดอาร์เอฟไอดี (5) DS1307 RTC เป็นหน่วยฐานเวลาเชื่อมโยงข้อมูลกับในแบบ I2C ให้ข้อมูลเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน ปีได้ ซึ่งภายในมีแบตเตอรี่ขนาดเล็ก กรณีที่แหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ได้ (6) Card Reader/Writer Module เป็นโมดูลใช้บันทึกและอ่านข้อมูลจาก Micro SD card เพื่อเป็นสื่อบันทึกข้อมูลป้องกันปัญหาในกรณีที่ไฟฟ้าดับหรืออินเทอร์เน็ตไม่สามารถใช้งานได้ และจะทำการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเมื่อระบบไฟฟ้าหรืออินเทอร์เน็ตกลับมาใช้งานได้ตามปกติ (7) LCD 20x4 I2C เป็นหน้าจอแสดงผลขนาด 4 บรรทัด บรรทัดละ 20 ตัวอักษร (8) สวิตช์กดขนาด 5x4 ใช้ในการที่โอนรหัสผ่านยืนยันตัวตนหรือทำรายการต่างๆ (9) USB Power Bank พร้อมแบตเตอรี่ 18650 ขนาด 3.7 V จำนวน 2 ก้อนที่ตัดแปลงวงจรใช้สำหรับการจ่ายไฟสำรองให้กล่องเพย์บ็อกซ์



รูปที่ 1 องค์ประกอบของระบบความปลอดภัยอิเล็กทรอนิกส์

ระบบนี้รองรับการตรวจสอบการใช้คูปองได้ทั้งฝั่งพนักงานและฝั่งร้านค้า โดยมีแจ้งเตือนการใช้คูปองทุกครั้งด้วยส่ง Code หลักฐานการใช้คูปองผ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้คูปองและร้านค้าที่รับคูปองเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบ โดยสามารถนำ Code นั้นไป

กรอกลงเว็บไซต์ที่จัดทำขึ้นพร้อมทั้งใส่รหัสผ่านเพื่อยืนยันการเป็นเจ้าของข้อมูล จึงจะสามารถเข้าสู่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้คูปอง เช่น ID บัตร วันเวลาที่ใช้คูปอง ร้านค้าที่ได้รับคูปอง เป็นต้น ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลการใช้คูปองย้อนหลังได้

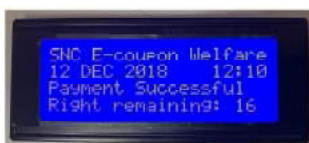
นอกจากนี้ระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์ออกแบบให้รองรับเหตุการณ์ไม่ปกติ (Business Continuity Planning : BCP) เช่น ไฟฟ้าดับหรือเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แม่ข่ายไม่ได้ โดยทำการคัดแปลงวงจร USB Power Bank ให้สำรองไฟเพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานในกรณีที่ใช้ไฟฟ้าดับ และกำหนดให้บันทึกข้อมูลการใช้คูปองลง TF การ์ดก่อนจะส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ซึ่งติดตั้งอยู่บนแพย์บ็อกซ์ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แพย์บ็อกซ์และส่วนประกอบภายใน

3.4 การใช้งานแพย์บ็อกซ์

การเข้าใช้งานกล่องแพย์บ็อกซ์ ร้านค้าจะต้องทาบบัตรของร้านและใส่รหัสผ่านเพื่อยืนยันตัวตนกับกล่องแพย์บ็อกซ์ก่อนจึงจะอยู่ในสถานะที่สามารถหักคูปองจากบัตรพนักงานได้ เมื่อพนักงานส่งบัตรพนักงานให้ร้านค้าทาบที่แพย์บ็อกซ์ของร้านแล้วถูกต้องตามเงื่อนไขระบบแสดงข้อความถึงสถานะการหักคูปองสำเร็จ (Payment Successful) และแสดงจำนวนคูปองคงเหลือของพนักงานนั้น ดังรูปที่ 3 ซึ่งรายงานจำนวนสิทธิคงเหลือของพนักงานคนนั้นอีก 16 ใบ



รูปที่ 3 หน้าจอเมื่อร้านค้าสแกนบัตรพนักงานเพื่อใช้สิทธิคูปอง

พนักงานสามารถตรวจสอบสถานะของคูปองคงเหลือโดยนำไปทาบกับกล่องแพย์บ็อกซ์ที่จุดตรวจเช็คที่เซตโปรแกรมให้ทำหน้าที่ตรวจสอบสิทธิคงเหลือของพนักงาน ซึ่งจะแสดงวัน เดือน ปี เวลา ชื่อ นามสกุล และจำนวนคูปองคงเหลือในขณะนั้น ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าจอพนักงานตรวจสอบสิทธิคงเหลือ

ร้านค้าสามารถตรวจสอบจำนวนคูปองรายการเรียกเก็บเงินจากแยกสรุปรายบริษัทดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นตัวอย่างของร้านค้าแห่งหนึ่งที่ตรวจสอบจำนวนคูปองจากเครื่องแพย์บ็อกซ์ที่รอการไปขอรับเงินแยกตามบริษัททั้ง 3 บริษัท คือ บริษัท เอสเอ็นซีคูollingซัพพลาย จำกัด (COOL) จำนวน 130 ใบ บริษัท อิมมอทัล พาร์ท จำกัด (IMP) จำนวน 142 ใบ บริษัท พาราไคซ์ พลาสติก จำกัด (PRD) จำนวน 210 ใบ



รูปที่ 5 การแจ้งยอดคูปองสะสมสำหรับร้านค้า

4. การทดสอบระบบ

การทดสอบความถูกต้องกระบวนการทำงานของระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์ทดสอบกับบัตรพนักงาน RFID ชนิดความถี่ต่ำ โดยทดสอบการทำงานกับบัตรพนักงานจำนวน 100 ใบ ดังต่อไปนี้

ทดสอบการ Verify เข้าสู่ระบบโดยใช้ (1) บัตรที่มีข้อมูลอยู่ในระบบและ (2) บัตรที่ไม่มีข้อมูลในระบบ พบว่าเฉพาะบัตรที่มีข้อมูลอยู่ในระบบเท่านั้นที่จะสามารถทำการหักคูปองให้ร้านค้าได้ (3) ทดสอบการทำตามนโยบายที่ได้กำหนดให้บัตรแต่ละใบใช้คูปองได้ไม่เกิน 2 ใบต่อวัน พบว่าระบบสามารถหักคูปองจากบัตรพนักงานให้ร้านค้าได้ไม่เกินจำนวนครั้งที่กำหนด และ (4) หากนำบัตรที่ใช้สิทธิ์สวัสดิการครบตามที่กำหนดแล้วไปใช้ที่ระบบจะรายงานการฝ่าฝืนนโยบายได้ครบทุกครั้ง (5) ระบบสามารถส่งข้อมูลคูปองไปยังพนักงานเจ้าของบัตรผ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่ลงทะเบียนไว้ ซึ่งพนักงานจะได้รับข้อมูลวันเวลาที่ทำการหักและรหัสกำกับรายการสำหรับการใช้ในการตรวจสอบข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ (6) ทดสอบการตรวจสอบข้อมูลการทำการหักด้วยการนำรหัสกำกับรายการที่สร้างด้วยการเข้ารหัสชนิดทางเดียว โดยระบบส่งให้ทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของพนักงาน มากรอง

ลงเว็บไซต์และใส่รหัสผ่านเพื่อขึ้นชั้นการเป็นเจ้าของรหัสนั้น พบว่าระบบสามารถแสดงข้อมูลการใช้ตู้ปองในแต่ละรายการได้อย่างถูกต้อง (7) ทดการทำรายการขณะไฟฟ้าดับ พบว่า Power Bank สามารถจ่ายไฟให้เพย์บ็อกสามารถทำรายการได้สำเร็จและบันทึกข้อมูลลง SD Card ก่อนส่งข้อมูลไปอัปเดตที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้อย่างถูกต้อง (8) ทดสอบการทำรายการขณะที่เพย์บ็อกฯไม่ได้เชื่อมต่อกับเครือข่าย พบว่ารายการปองที่หักจากพนักงานให้ร้านค้านั้นถูกบันทึกลง SD Card ในเพย์บ็อกฯและเมื่อสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายได้จะส่งข้อมูลให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้อย่างครบถ้วน (9) การขอรายงานสรุปเป็นการทดสอบกับctrพนักงานที่มีข้อมูลในระบบจำนวน 3 บริษัท บริษัทละ 40 ใบ ทายบัตร 4 ร้านค้า แต่ละร้านจะต้องได้รับคูปองจำนวน 10 ใบ พบว่าระบบสามารถแสดงจำนวนคูปองที่ร้านค้าได้รับตามจำนวนที่ทำรายการได้อย่างถูกต้องดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบ

รายการทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทำรายการสำเร็จ
1. บัตรที่มีข้อมูลอยู่ในระบบ	100	100
2. บัตรที่ไม่มีข้อมูลอยู่ในระบบ	100	0
3. การฝ่าฝืนนโยบาย	100	0
4. การรายงานการฝ่าฝืนนโยบาย	100	100
5. การส่งข้อมูลคูปองไปยังผู้ใช้	100	100
6. การตรวจสอบข้อมูลผ่านเว็บ	100	100
7. การทำรายการเมื่อไฟฟ้าดับ	100	100
8. การทำรายการเมื่ออินเทอร์เน็ตขาดข้อง	100	100
9. การรายงานสรุปสำหรับร้านค้าและบริษัท	120	120

5. สรุปผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการออกแบบและติดตั้งและทดสอบระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวัสดิการอาหารให้กับกลุ่มบริษัทในย่านนิคมอุตสาหกรรมบางปู โดยประกอบด้วยกล่องเพย์บ็อกซ์และส่วนบริหารจัดการ ผลการทดสอบ 9 รายการทำให้เชื่อมั่นได้ว่าระบบคูปองอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้บริษัทสามารถบริหารจัดการคูปองในระบบได้ตามความต้องการ ประหยัดแรงงานพนักงานลดการใช้ทรัพยากร การแจกจ่ายคูปองมีความถูกต้อง พนักงานได้รับความสะดวกในการใช้งาน การควบคุมติดตามและตรวจสอบการใช้คูปองเป็นไปตามนโยบายของบริษัท ร้านค้าสามารถเก็บเงินได้อย่างถูกต้อง และระบบสามารถทำงานได้เป็น

ระยะเวลาหนึ่งหากเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น ไฟฟ้าดับหรือเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายไม่ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณดร.สมชัย ไทยสงวนวรกุล ประธานกรรมการบริหารและกรรมการบริษัท เอส เอ็น ซี พอร์มอร์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนพนักงานจากบริษัท เอสเอ็นซี คุลิ่งซีพพลาย จำกัด ที่ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการทดสอบต่างๆ ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] H. Stockman, "Communication by means of reflected power", Proceedings of the IRE, vol. 36, no. 10, pp. 1196-204, 1948.
- [2] W.L.Wang¹, K.J.Lin², C.T.Huang¹, C.H.Chui¹ "A RFID-enabled gym management system", 7th International Conference on Service Systems and Service management, 2010
- [3] Seong Soo Park, "An IoT application service using mobile RFID technology", International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC), 2018.
- [4] Alexander Maier, Andrew Sharp, and Yuriy Vagapov, "Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things" Internet Technologies and Applications (ITA), 2017.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ตะวัน ฐรัตน์ สำเร็จการศึกษาวชิชาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สนใจงานระบบสมองกลฝังตัว ระบบดิจิทัล หุ่นยนต์ระบบอัตโนมัติ



กาญจนา ศิลาวราเวช สำเร็จการศึกษาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สนใจระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การออกแบบระบบเว็บ แอปพลิเคชัน การวิเคราะห์ข้อมูล



สุเทพ ทัทวิช สำเร็จการศึกษาวชิชากรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สนใจงานออกแบบฮาร์ดแวร์และระบบดิจิทัลระบบสมองกลฝังตัว