การสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติรองรับการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน

The Invention of Automatic Robot Vacuum Cleaning Prototype for Smartphone Controlled

มนิสรา ชัยสุข[1*], กฤษฎา จารุพิพัฒนกุล[2], เศรษฐกาล โปร่งนุช[3] และรวิ อุตตมธนินทร์[4]

[1*]บริษัท วีทีการ์เม้น จำกัด 602/40-50 ถนนสาธุประดิษฐ์ 48 แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพฯ 10120
โทร 0837120617 โทรสาร 022946370 Email : chaisuk_chaisuk@hotmail.com

[2] บริษัท PSP (Thailand) Co., Ltd., 973 อาคารเพรสซิเด้นท์ทาวเวอร์ ถนนเพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน
กรุงเทพฯ 10330 โทร 0865560530 Email : mbbk_kittall@hotmail.com

[3,4] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
โทร 021601428 Email : sethakarn.pr@ssru.ac.th[3] , ravi_u@hotmail.com[4]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับ การสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติรองรับการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน ที่ใช้หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ในการตรวจจับ เพื่อป้องกันการชน ระหว่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นกับวัตถุ ใช้ระยะทางในการกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่ และบอกตำแหน่งเพื่อให้หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติเคลื่อนที่ หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติมีส่วนประกอบหลักสองส่วน คือฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย บอร์ดอาดูยโนอีเทอร์เน็ตทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลกลาง อุปกรณ์จัดเส้นทางเครือข่ายไร้สาย สำหรับสื่อสารระหว่างบอร์ดอาดูยโนอีเทอร์เน็ตกับสมาร์ทโฟน ส่วนควบคุมการขับเคลื่อน เซ็นเซอร์อัลตราโซนิคสำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง เซ็นเซอร์อินฟราเรดสำหรับป้องกันการตกจากที่สูง ส่วนซอฟแวร์ประกอบด้วยโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนผ่านเครือข่ายไร้สาย จากการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติสามารถทำความสะอาดได้ถึง 93 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่หุ่นยนต์วิ่งได้จริง

คำสำคัญ : ต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ, บอร์ด, อาดูยโนอินเทอร์เน็ตรุ่น R3, เซ็นเซอร์อัลตราโซนิค

Abstract

This paper presented the prototype build of a robotic vacuum cleaner controlled by a smartphone. How it worked wass based on the work application of a sensor that functioned to preclude bumps between the robotic vacuum cleaner and the objects. Distance was used to determine the movements of the cleaner as well as to locate a direction that brought in desired movements. The robotic vacuum cleaner consisted of two main parts. First, the Arduino Ethernet board was used as a processing center of the vacuum cleaner, a router was used to communicate between the Arduino Ethernet board and a smartphone on a wireless network. In term of motor drive control, an ultrasonic sensor was set to monitor standing objects during the vacuum cleaner work operations. Moreover, an infrared sensor was deployed to prevent the robotic vacuum cleaner from falling from height. The second part contained programs used to take control of the robot automatically and manually via a smartphone over a wireless network. As shown in the experiment, the robotic vacuum cleaner could clean up to 93% of total working areas.

Keywords : Automatic Robot Vacuum Cleaning Prototype, Board, Arduino Ethernet R3, Ultrasonic Sensor

บทนำ

ในชีวิตประจำวันการทำความสะอาดบ้านเป็นกิจกรรมที่ต้องทำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้งการทำความสะอาดบ้านจะต้องใช้แรงงานและเวลา ดังนั้นหากสามารถนำเวลาส่วนนี้ไปปฏิบัติกิจกรรมอย่างอื่น ก็จะเป็นการใช้เวลาอย่างคุ้มค่าและในวันหยุดสุดสัปดาห์มนุษย์ต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งไปกับการทำความสะอาดบ้าน แทนที่มนุษย์จะได้มีเวลาพักผ่อนอย่างเต็มที่หลังจากเหนื่อยล้าจากการทำงานมาทั้งอาทิตย์ ดังนั้นหากมนุษย์มีอุปกรณ์ช่วยในการทำความสะอาดบ้าน ที่สามารถทำความสะอาดบ้านแทนมนุษย์ได้ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติขึ้น โดยสามารถควบคุมการทำงานระยะไกลด้วยสมาร์ทโฟนผ่านระบบเครือข่ายไร้-สาย สามารถช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน อีกทั้งยังช่วยในการเก็บฝุ่นละอองที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของสมาชิกในครอบครัว

ในหัวข้อถัดไปนำเสนอวัตถุประสงค์ของการวิจัย การศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การออกแบบและสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติการทดลอง ผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผล และข้อเสนอแนะในหัวข้อต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติต้นแบบที่สามารถ ดูดฝุ่น และกวาดพื้นได้ และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนโฟนการศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ตัวอย่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นในเชิงพาณิชย์

การศึกษาตัวอย่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นที่มีขายตามท้องตลาดในปัจจุบัน มีรายละเอียดโดยสรุปดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นในเชิงพาณิชย์

	LG Hom-Bot VR5906LM
	Neato Botvac Series
	Samsung Powerbot VR9000

ตัวแรกหุ่นยนต์ดูดฝุ่น LG Hom-Bot รุ่น VR5906LM (Thanop Sompasong., 2557) มีความสามารถในการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่มีขนาดความสูงไม่เกิน 1.0 เซนติเมตร และระบบเสียงแจ้งเตือนเมื่อทำความสะอาดเสร็จเรียบร้อย มีเซ็นเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง และป้องกันการตกจากที่สูง ดังตารางที่ 1 ตัวที่สองหุ่นยนต์ดูดฝุ่นLG Hom-Bo Square VR62701LVM (LG., ม.ป.ป.) หุ่นยนต์ดูดฝุ่นรุ่นนี้ มีกล้องสองตัว คือ ตัวกล้องด้านบน และด้านล่าง ช่วยในการจดจำพื้นที่ และสแกนพื้นที่ที่ทำความสะอาด มีเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับทำงานสามประเภท คือ

เซ็นเซอร์อัลตราโซนิค เซ็นเซอร์อินฟราเรด และเซ็นเซอร์บัมพิง ที่ช่วยตรวจจับพื้นที่ต่างระดับ สิ่งกีดขวาง สิ่งที่โปร่งแสง และสิ่งที่มีขนาดแคบ สามารถยกตัวข้ามสิ่งกีดขวางไม่เกิน 2.0 เซนติเมตร อีกทั้งยังสามารถทำงานในที่มืดได้อีกด้วย ตัวที่สามหุ่นยนต์ดูดฝุ่น Neato XV Series (Thanop Sompasong., 2557.) มีระบบนำทางอัจฉริยะด้วยแสงเลเซอร์ มีระบบช่วยลดการกระแทกและการชนกับสิ่งกีดขวาง รองรับการอัพเกรดซอฟต์แวร์เพื่อให้มีลักษณะการเดินที่ฉลาดขึ้นได้ ผ่านทางพอร์ต USB มีความสามารถในการเคลื่อนที่ข้ามพื้นที่ต่างระดับที่ขนาดความสูงไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร สำหรับหากต้องการใช้งานข้ามพื้นที่ต่างระดับที่ขนาดความสูงไม่เกิน 2 เซนติเมตร ควรใช้รุ่น Neato Botvac Series

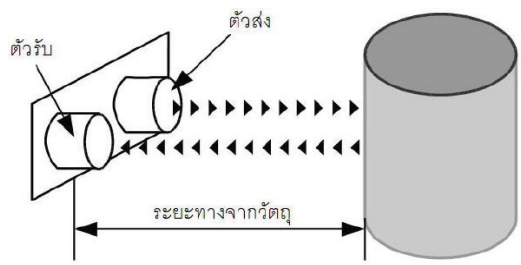
และตัวสุดท้ายหุ่นยนต์ดูดฝุ่น Samsung Powerbot VR9000 (Samsung., ม.ป.ป.) มีระบบเซ็นเซอร์แบบ Full View สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวางที่แคบ สามารถหลบเลี่ยงสิ่งกีดขวางหรือทางตันได้ มีตัวควบคุมสำหรับให้ผู้ใช้กำหนดทิศทางให้เครื่องดูดฝุ่นเข้าไปทำงานในจุดที่ต้องการ เพียงแค่ชี้แสงไฟทางด้านหน้าของตัวเครื่อง ตัวเครื่องจะติดตามลำแสงนั้นเพื่อไปทำความสะอาด มีระบบสร้างแผนที่ภายในห้อง เพื่อคำนวณเส้นทางในการทำความสะอาดด้วยเซ็นเซอร์ถึงสิบตัว และกล้องดิจิทัลภายในตัวเครื่อง จากการศึกษาตัวอย่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นที่มีขายตามท้องตลาดในปัจจุบัน ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติสำคัญต่างๆ ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นต้องมี ในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับหุ่นยนต์ดูดฝุ่น โดยแบ่งออกเป็นสามส่วนที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1 เซ็นเซอร์

การศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์ (Blog Lnw., ม.ป.ป.) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพของตัวแปรต่างๆ เช่น ความร้อน แสง สี เสียง ระยะทาง การเคลื่อนที่ ความดัน การไหล เป็นต้น จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนคุณสมบัติทางฟิสิกส์เป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้า ปัจจัยในการเลือกใช้งานเซ็นเซอร์ขึ้นอยู่กับปริมาณธรรมชาติของปริมาณทางฟิสิกส์ที่จะทำการวัดและควบคุมค่าเป็นสำคัญ รวมไปถึงราคา ความน่าเชื่อถือ ตลอดจนคุณภาพของข้อมูลที่ทำการวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นที่ควรพิจารณาอีก อาทิเช่น ความเหมาะสมของเซ็นเซอร์ที่จะนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ตัวอย่าง



ภาพที่ 1 การรับ-ส่งสัญญาณของอัลตราโซนิค เซ็นเซอร์ (sKzXP., 2555.)

ที่มา : (2013). Ultrasonic Sensor.pptx. Retrieved February 10, 2015, from http://eng.sut.ac.th/mae/maeweb/sites/default/files/Ultrasonic%20Sensor.pptx.

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

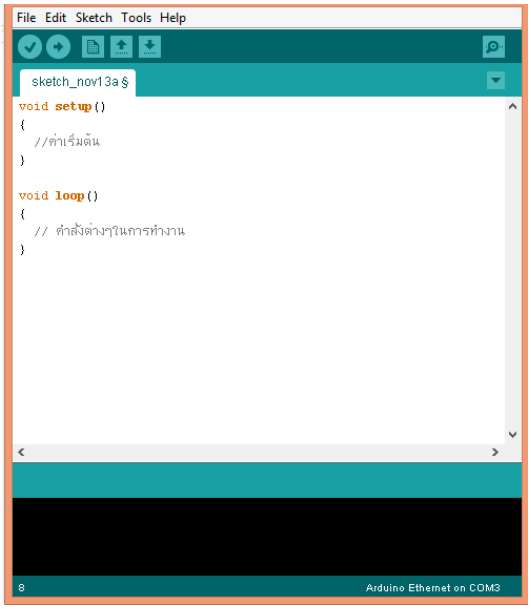
ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ตามท้องตลาดมีให้เลือกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น ตระกูล AVR ตระกูล PIC ตระกูล MCS และตระกูล ARM ดังตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นต้องมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้บอร์ดทดลองอาดูยโนอีเทอร์เน็ตที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 ซึ่งมีเครื่องมือรองรับในการพัฒนาทำให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรมในการควบคุม มีราคาถูก มีขนาดเล็ก มีหน่วยความจำและความเร็วของสัญญาณนาฬิกาที่เหมาะสมต่องานวิจัยนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์

MCU	AVR	PIC	MCS	ARM
Version	ATmega 328	PIC 16F628A	AT89 LP4052	LPC2214
Operating Voltage	5V	2-5.5V	2.4-5.5V	5V
Digital I/O Pins	14	16	-	5
Flash Memory	32KB	2K WORD	4KB	256KB
RAM	2KB	224byte	256byte	16KB
Clock	16MHz	10MHz	18MHz	19MHz
Size (cm)	8×6	6.2×8.1	6.2×8.1	15.3×9
Price (Baht)	160	490	490	1,450

2.3 ซอฟต์แวร์

สำหรับซอฟต์แวร์ มีหน้าที่ควบคุมการทำงานระหว่างเซ็นเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องมืออาดูยโนไอดีอี (Arduino IDE) ดังภาพที่ 2 ที่รองรับการเขียนภาษา C/C++ ในการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับบอร์ดทดลองอาดูยโนอีเทอร์เน็ตที่ได้เลือกใช้งาน



ภาพที่ 2 หน้าต่างโปรแกรมอาดูยโน รุ่น 1.0.6
ที่มา: กฤษฎา จารุพิพัฒนกุล.(2558).ภาพถ่าย

ปัจจัยเพิ่มเติมสำหรับการเลือกใช้ภาษาสำหรับนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์นั้นขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของผู้เขียนโปรแกรมด้วย

สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ รุ่น 4.4 คิทแคท (KitKat) นั้นเลือกใช้ โปรแกรมอีคลิปส์ (Eclipse) การใช้อีคลิปส์พัฒนาโปรแกรมบนแอนดรอยด์ ข้อดีคือมีปลั๊กอินให้ใช้ร่วมกับอีคลิปส์ และเป็นโปรแกรมที่ใช้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ในหัวข้อถัดไปจะนำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ

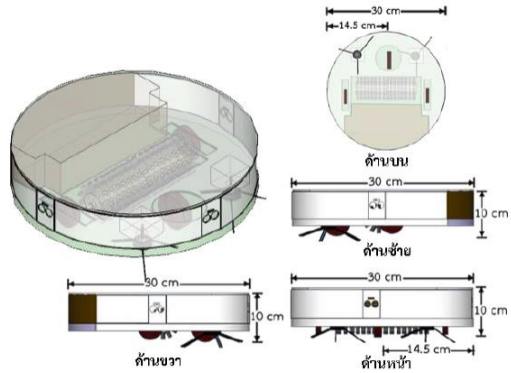
การออกแบบและสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ

ภาพที่ 3 หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ

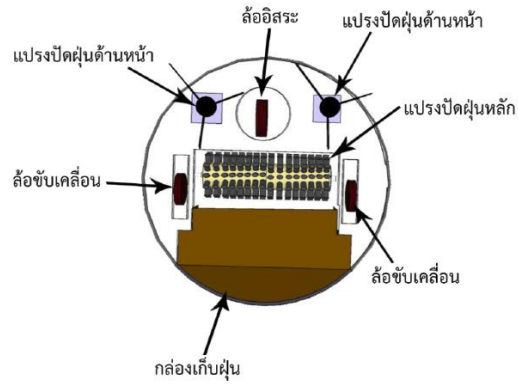
จากการศึกษาตัวอย่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นในเชิงพาณิชย์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จึงนำแนวคิดและความรู้ที่ได้มาออกแบบและสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ โดยมีภาพรวมของระบบดังภาพที่ 3 ประกอบด้วย หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และอุปกรณ์จัดเส้นทางเครือข่าย การออกแบบแบ่งออกเป็นสี่ส่วนดังหัวข้อต่อไปนี้

1. การออกแบบทางกายภาพ

การออกแบบทางกายภาพหรือการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ นั้น แสดงด้วยภาพสามมิติจาก Google Sketch Up 8 เป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย เพื่อจะได้มองเห็นภาพของโครงสร้างที่เสมือนจริงของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ โดยแสดงในมุมมองแบบภาพฉายดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5 แสดงส่วนประกอบภายในหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ

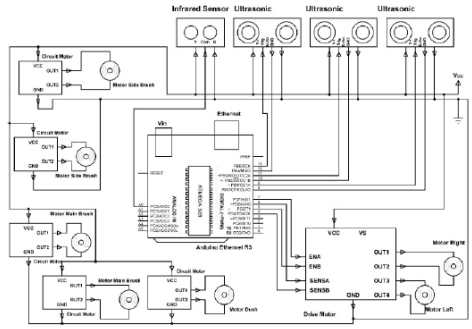


ภาพที่ 4 ภาพฉายของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบภายในหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ

2. การออกแบบวงจร

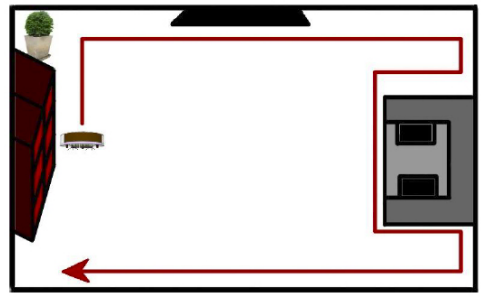


ภาพที่ 6 วงจรรวมของมอเตอร์ และเซ็นเซอร์อัล-ตราโซนิค
ที่มา: กฤษฎา จารุพิพัฒนกุล.(2558).วาดภาพ

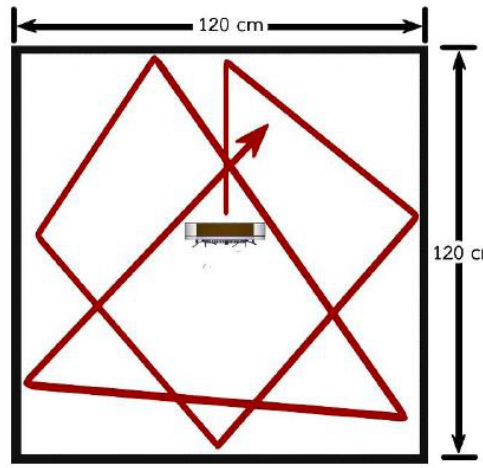
การออกแบบวงจรของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัตินั้นประกอบด้วยสามวงจร คือ วงจรมอเตอร์สาหรับขับเคลื่อนที่อยู่ภายในชิป L298P วงจรสำหรับควบคุมการทำงานของแปรงปัดฝุ่น และวงจรรวมของมอเตอร์และเซ็นเซอร์อัลตราโซ-นิคแสดงดังภาพที่ 6

3. โหมดการทำงานเบื้องต้น

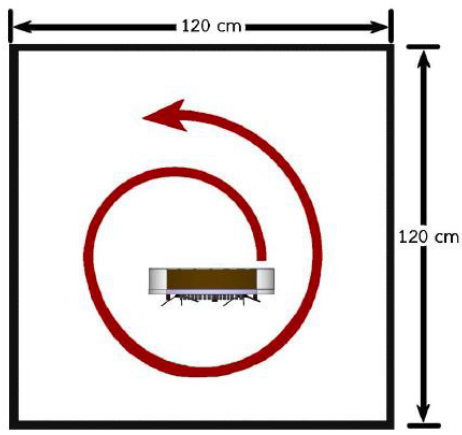
การออกแบบโหมดการทำงานเบื้องต้นของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ มีสามโหมดการทำงาน คือ โหมดที่ 1 โหมดเดินตามผนัง หลักการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจะทำงานโดยการดูดฝุ่นไล่ตามผนัง และ มุมห้องไปในแนวเส้นตรง เมื่อตรวจจับเจอสิ่งกีดขวางก็จะทำการเลี้ยวไปทางอื่น แสดงการใช้โหมดเดินตามผนังในห้องตัวอย่างดังภาพที่ 7 โหมดที่ 2 โหมดอิสระ แสดงดังภาพที่ 8 หลักการทำงาน คือ การวิ่งไปในทางตรง ถ้าตรวจเจอสิ่งกีดขวางก็จะทำการเลี้ยวหลบไปทางอื่น แล้วก็วิ่งไปแนวตรงเหมือนเดิม ซึ่งสิ่งที่เป็นข้อกำหนดว่าจะเลี้ยวหลบไปทางซ้ายหรือทางขวานั้น วัดจากระยะของวัตถุหรือสิ่งกีดขวางที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ว่าฝั่งซ้ายหรือฝั่งขวาใกล้กับวัตถุ หรือสิ่งกีดขวางมากกว่ากัน ถ้าฝั่งใดไกลจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า หุ่นยนต์ดูดฝุ่นก็จะทำการเลี้ยวไปทางนั้น โหมดก้นหอยแสดงดังภาพที่ 9 หลักการทำงาน คือ จะทำการหมุนวนคล้ายก้นหอย ในหัวข้อถัดไปนำเสนอการออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับการเลือกใช้โหมดการทำงานแบบต่างๆ



ภาพที่ 7 การใช้โหมดเดินตามผนังในห้องตัวอย่าง
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ



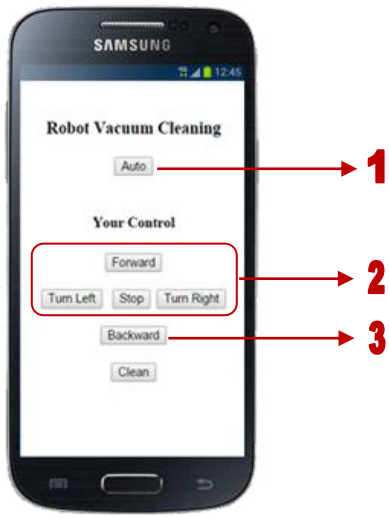
ภาพที่ 8 การใช้โหมดอิสระ
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ



ภาพที่ 9 โหมดก้นหอย
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ

4. การออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

การออกแบบหน้าต่างของแอปพลิเคชันที่จะใช้ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่น-อัตโนมัติขึ้น โดยการออกแบบจะใช้โปรแกรมอี-คลิปส์ ในการออกแบบหน้าต่างแอปพลิเคชันดังภาพที่ 10 โดยหมายเลข 1 เป็นโหมดที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจะทำเองโดยอัตโนมัติตามโหมดการทำงานที่ตั้งเอาไว้ หมายเลข 2 แผงควบคุมจะทำหน้าที่บังคับหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติให้เดินตามที่ผู้ใช้งานควบคุม ซึ่งประกอบด้วยปุ่มเดินหน้าถอยหลังเลี้ยงซ้ายเลี้ยวขวา และหยุดเดิน หมายเลข 3 มีหน้าที่ในการสั่งให้หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติทำความสะอาดกรณีผู้ใช้เลือกจุดการทำความสะอาดเอง



ภาพที่ 10 หน้าจอแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ

ซึ่งการทำงานจะเป็นแบบก้นหอย เมื่อทำการออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปคือการทดลองแสดงดังหัวข้อต่อไป

การทดลอง

การทดลองการทำงาน ในโหมดการทำงานต่างๆ จากการออกแบบนั้น ซึ่งจะทดสอบการทำงานของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ โดยแบ่งการทดสอบทั้งหมดออกเป็นสี่แบบการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบการตรวจจับของเซ็นเซอร์เป็นการทดสอบการตรวจจับของเซ็นเซอร์ที่มีสิ่งกีดขวางประกอบด้วย ฝาผนัง ผนังกระจก ปลั๊กไฟ และขาโต๊ะ
2. การทดสอบระยะเวลาการทำงานของหุ่นยนต์
3. การทดสอบการทำงานทั้งสามโหมด

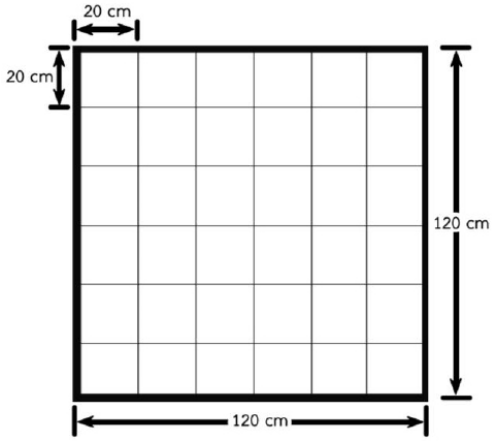
การทดสอบการดูดฝุ่นของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ ได้ทำการกำหนดพื้นที่ให้หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติวิ่ง มีขนาดความกว้าง 120 x 120 เซนติเมตร (14,400 ตารางเซนติเมตร) โดยทำการแบ่งเป็นช่อง ช่องละ 20x20 เซนติเมตร (400 ตารางเซนติเมตร) ดังภาพที่ 11 จากนั้นทำการทดสอบโดยปล่อยให้หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติวิ่ง และทำความสะอาดในพื้นที่ที่กำหนด โดยจะทำการทดสอบโหมดครั้งละ 1 นาที

สมการที่ 1 สูตรที่ใช้สำหรับในการคำนวณพื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นเคลื่อนที่ได้จริงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ

$$\text{พื้นที่ที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้จริงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์} = \frac{\text{พื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นทำความสะอาดจริง}}{\text{พื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นเคลื่อนที่ได้จริง}} \times 100$$

สมการที่ 2 สูตรที่ใช้สาหรับในการคำนวณพื้นที่ที่กาหนดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ

$$\text{พื้นที่ที่กำหนดคิดเปอร์เซ็นต์} = \frac{\text{พื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นทำความสะอาดจริง}}{\text{พื้นที่ที่กำหนด}} \times 100$$



ภาพที่ 11 ขนาดห้องที่ใช้ในการทดลอง
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ

4. การทดสอบการวิ่งของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติในลักษณะพื้นที่ต่างกัน

การทดสอบการเคลื่อนที่ของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติในพื้นที่ที่ต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย พื้นไม้ พื้นกระเบื้อง และพื้นปูนซีเมนต์ ในหัวข้อต่อไปนำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการทดลองทั้งสี่แบบ

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งตามการทดสอบทั้งหมดออกเป็นสี่แบบ ได้ผลการทดลองดังนี้

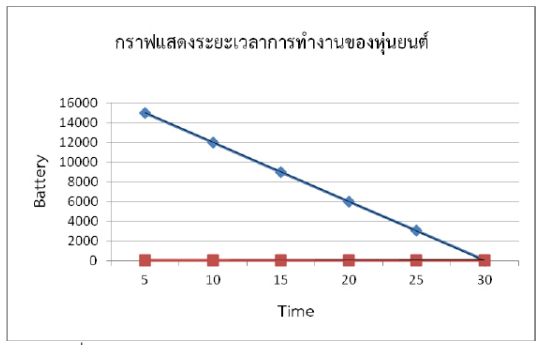
1. การทดสอบการตรวจจับของเซ็นเซอร์

ตารางที่ 3 การทดสอบการตรวจจับของเซ็นเซอร์

วัตถุ	การทดสอบ (ครั้ง)	หลบสิ่งกีดขวางได้ (ครั้ง)	ชนสิ่งกีดขวางได้ (ครั้ง)
ผนังห้อง	20	14	6
ผนังกระจก	20	12	8
ขาโต๊ะ	20	6	14
ปลั๊กไฟ	20	6	14

จากตารางที่ 3 พบว่าต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติสามารถหลบสิ่งกีดขวางที่เป็นผนังห้องได้มากที่สุด และสิ่งกีดขวางที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติหลบได้น้อยที่สุดคือ ปลั๊กไฟ และขาโต๊ะ สิ่งกีดขวางที่มีขนาดเล็ก และอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งของเซ็นเซอร์ๆ จะไม่สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางชิ้นนั้นได้ทำให้เกิดการชนกับสิ่งกีดขวาง

2. การทดสอบระยะเวลาการทำงานของหุ่นยนต์



ภาพที่ 12 ผลการทดสอบระยะเวลาการทำงานของหุ่นยนต์
ที่มา: มนิสรา ชัยสุข.(2558).วาดภาพ

จากภาพที่ 12 ผลการทดสอบระยะเวลาการทำงานของหุ่นยนต์ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ที่มีความจุ 15,000 มิลลิ-แอมแปร์ สามารถใช้งานแบบต่อเนื่องได้สูงสุด 30 นาที ซึ่งจะสามารถทำการทดลองได้ 4 ครั้งโดยจะแสดงผลดังหัวข้อถัดไป

3. การทดสอบการทำงานทั้งสามโหมด

ตารางที่ 4 การทดสอบการทางานโหมดเดินตามผนัง

ทดลองครั้งที่	พื้นทีทั้งหมด (ตร.ซม.)	พื้นที่ที่วิ่งได้จริง (ตร.ซม.)	พื้นที่ที่ทำความสะอาด (ตร.ซม.)	คิดเป็นร้อยละ (%)
1	14,400	1,600	1,600	100
2	14,400	1,200	1,200	100
3	14,400	1,600	1,600	100
4	14,400	1,600	1,600	100

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของโหมดเดินตามผนังแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีการทำความสะอาดสามารถหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ที่กำหนด จากสมการที่ 2 หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติวิ่งได้จริง จากสมการที่ 1

ตารางที่ 5 การทดสอบการทางานโหมดอิสระ

ทดลองครั้งที่	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.ซม.)	พื้นที่ที่วิ่งได้จริง (ตร.ซม.)	พื้นที่ที่ทำความสะอาด (ตร.ซม.)	คิดเป็นร้อยละ (%)
1	14,400	9,600	9,200	95.83
2	14,400	10,000	9,600	96.00
3	14,400	9,800	9,400	95.92
4	14,400	12,000	11,600	96.67

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบการทำงานของโหมดอิสระแสดงให้เห็นพื้นที่ที่มีการทำความสะอาดสามารถหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นร้อยละ 69.09 ของพื้นที่ที่กำหนด จากสมการที่ 2 หรือคิดเป็นร้อยละ 96.13 ของพื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติวิ่งได้จริง จากสมการที่ 1

ตารางที่ 6 การทดสอบการทางานโหมดก้นหอย

ทดลองครั้งที่	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.ซม.)	พื้นที่ที่วิ่งได้จริง (ตร.ซม.)	พื้นที่ที่ทำความสะอาด (ตร.ซม.)	คิดเป็นร้อยละ (%)
1	14,400	1,600	1,600	100
2	14,400	1,200	1,200	100
3	14,400	1,600	1,600	100
4	14,400	1,600	1,600	100

จากตารางที่ 6 ผลการทดสอบการทำงานของโหมดก้นหอย แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่มีการทำความสะอาดสามารถหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ที่กำหนด จากสมการที่ 2 หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติวิ่งได้จริง จากสมการที่ 1

4. การทดสอบการวิ่งของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติในลักษณะพื้นที่ต่างกัน

จากตารางที่ 7 ผลการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติในลักษณะพื้นที่ต่างกัน ลักษณะของพื้นมีผลต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ ในการทดสอบการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติบนพื้นกระเบื้องครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าเกิดการลื่นไถลของล้อขณะเลี้ยว

ตารางที่ 7 การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติในลักษณะพื้นที่ต่างกัน

ลักษณะพื้น	ครั้งที่	ผลการทดลอง	
		ล้อสามารถยึดเกาะพื้นได้ดี	เกิดการไถลของล้อขณะเลี้ยว
พื้นไม้	1	√	
	2	√	
	3	√	
	4	√	
พื้นกระเบื้อง	1		√
	2		√
	3	√	
	4	√	
พื้นซีเมนต์	1	√	
	2	√	
	3	√	
	4	√	

สรุปและอภิปรายผล

บทความนี้นำเสนอการสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติรองรับการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน จากการทดลองได้แสดงการสร้างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติที่สามารถดูดฝุ่นและกวาดพื้นได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์

สามารถเขียนแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ผลการทดสอบสมรรถนะของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติในด้านต่างๆ คณะผู้วิจัยพบว่า ต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติยังมีการประมวลผลการทำงานที่ค่อนข้างช้า มีการชนกันระหว่างหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติกับวัตถุ หรือสิ่งกีดขวางเล็กน้อย แต่หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติก็ยังสามารถทำงานต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการวิเคราะห์ผลการทดสอบในการทำงานตามโหมดการทำงานทั้งสามโหมด แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีการทำความสะอาดสามารถหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นร้อยละ 93 ของพื้นที่ที่หุ่นยนต์วิ่งได้จริง สำหรับข้อเสนอแนะหรืองานเพิ่มเติมในอนาคตจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

ข้อเสนอแนะ

1. พัฒนาอัลกอริทึมการทำงานของต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ หรือเพิ่มฟังก์ชันการทำงานให้มีความหลากหลายตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน
2. เพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์หรืออาจเปลี่ยนชนิดของเซ็นเซอร์ เพื่อให้ได้การทำงานอย่างแม่นยำ
3. พัฒนาแอปพลิเคชัน ให้สอดคล้องในเชิงพาณิชย์ เพื่อความสะดวกต่อการติดตั้งใช้งาน
4. หากต้องการให้ต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติ สามารถใช้งานได้ยาวนาน ควรเลือกใช้แบตเตอรี่ที่มีความจุสูง และน้ำหนักเบา
5. เลือกตัวประมวลผลที่รองรับการประมวลผลระดับสูง อาทิเช่น อุปกรณ์ลอจิกแบบโปรแกรมได้ (Field Programmable Gate Arrays: FPGAs)

เอกสารอ้างอิง

"รีวิว หุ่นยนต์ดูดฝุ่น LG HOM-BOT VR5906LM - Thanop.com." [online]. 2015. http://www.thanop.com/lg-hom bot-vr5906lm-review/Retrieved April 1, 2015.

"Autobot Vacuum - มาแล้วครับ Review ของ Neato XV". [online]. 2014. From: https://www.facebook. com/robotmaker posts/377603945727790/Re trieved April 1, 2015

"LG Hom-Bot Square VR62701LVM : หุ่นยนต์ทำความสะอาด". [online]. 2014. From: http://www.lg.com/ th/vacuum-cleaner/lg- VR62701LVM/Retrieved April 1, 2015.

"iRobot : Roomba®880". [online]. 2015. From: http://www.throbotics. com/products.php?mod el=Roomba%C2%AE880/ Retrieved April 1, 2015.

"VR20H9050UW/ST POWERbot พร้อมด้วย Samsung". [online]. 2015. From: http://www.samsung.com/th/ consumer/home-appliances/vac uum-cleaners/robot/ VR20H9050UW/ST/

Retrieved April 1, 2015.

"Ultrasonic Sensor.pptx". [online]. 2013. From: http://eng.sut.ac.th/mae/maeweb/sites/default/files/Ultrasonic%20Sensor.pptx/ Retrieved February 10, 2015.

"433M RF module 1 set - ยินดีต้อนรับสู่ ElecSensor.com". [online]. 2012. From:http://www.elecsensor.com/product/293/433m-rf-module-1-set/Retrieved February 2, 2015.