การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น

ธีรถวัลย์ ปานกลาง[1] รัตนสุดา สุภดนัยสร[2*]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา[1 2*]
อีเมล์ : rattanasuda@yahoo.com[2*]

วันที่รับบทความ 31 ตุลาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 24 พฤศจิกายน 2566
วันตอบรับบทความ 28 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น 2) เพื่อหาประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอาจารย์ที่สอนวิชาดาราศาสตร์ จากโรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ ห้องเรียนพิเศษ จำนวน 35 คน ที่ทำกิจกรรมปฏิบัติการดาราศาสตร์ ณ หอดูดาว มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

จากผลการทดสอบ พบว่า ต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น สามารถควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ให้หมุนตามมุมอซิมุธและมุมเงย ให้เคลื่อนที่ได้ทีละ 1 องศาด้วยการกดปุ่มบนเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้ และในการค้นหาตำแหน่งดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ พบว่า การค้นหาตำแหน่งดาวมีความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุธเฉลี่ย สำหรับดาวไรเจล 2.26% ดาวบีเทลจุส 2.97% ดาวพฤหัส 1.13% และ ดาวอังคาร 0.91% ส่วนความคลาดเคลื่อนของมุมเงยเฉลย สำหรับดาวไรเจล 3.45% ดาวบีเทลจุส 3.12% ดาวพฤหัส 8.42% และดาวอังคาร 2.62%

คำสำคัญ : ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ แอพพลิเคชั่นไลน์ เว็บแอปพลิเคชั่น

Development Automatic Remote Control Telescope Stand Via Web Application

Theerathawan Panklang[1] Rattanasuda Supadanaison[2*]
Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University[1,2*]
E – mail : rattanasuda@yahoo.com[2*]

Received 31 October 2023.
Revised 24 November 2023
Accepted 28 November 2023.

Abstract

The research on Development of an automatic remote telescope Stand control system through a web application Its purpose is 1) Development Automatic remote control telescope stand via web application 2) determine the efficiency of the automatic telescope Stand control system through a web application. The sample group used to evaluate efficiency included junior high school students. and professors who teach astronomy from satriwatabsornsawan school, 35 people, who did astronomy activities. Special classroom at the Observatory, Bansomdejchaopraya Rajabhat University. The sample was selected using purposive random sampling. The statistics used in the research include a 5-level rating scale.

From the test results, it was found that the prototype system for controlling the automatic remote telescope stand via a web application can be rotation controlled according to the azimuth angle and altitude angles, move in 1 degree increments by pressing a button on the web application developed this time. In locating stars and planets, it was found that locating stars had an error in the average azimuth angle. For the star Rigel 2.26%, Betelgeuse 2.97%, Jupiter 1.13% and Mars 0.91%. As for the error in the altitude angle, the answer For Rigel 3.45%, Betelgeuse 3.12%, Jupiter 8.42% and Mars 2.62%.

Keywords : Telescope Stand, Automation System, LINE Application, Web Application

1. บทนำ

วิถีชีวิตของมนุษย์ มีความผูกพันและคุ้นเคยกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์มาช้านานด้วยความอยากรู้ ของมนุษย์ผลักดันให้มนุษย์พยายามสังเกตปรากฏการณ์ รวบรวมข้อมูลและค้นหาเหตุผลความจริงเกี่ยวกับวัฏจักร ของวัตถุท้องฟ้าอย่างต่อเนื่อง จนสามารถสังเกตเห็นวัฏจักร แห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบของวัตถุท้องฟ้า การเปลี่ยนตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับการเกิดฤดูกาลใช้กำหนดเวลาและทิศทาง ตลอดจนการทำปฏิทินที่สอดคล้องกับวัฏจักรของฤดูกาล มีความเข้าใจระบบของธรรมชาติและศาสตร์ แห่งท้องฟ้า มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นระบบและเป็นไปอย่างปกติสุข อีกทั้งดาราศาสตร์ เป็นวิชาที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และอยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในระดับชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชูชาติ แพน้อย. 2563) นอกจากนั้นวิชาดาราศาสตร์ยังเป็นวิชาที่อยู่ใน หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา ทั้งยังเป็นสาขาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่เกี่ยวข้องใกล้ชิด กับชีวิตประจำวันของมนุษย์มาก จึงเป็นสาขาวิชาที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากชุมชน และสื่อมวลชนทุกสาขา เมื่อเกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ต่างๆ ขึ้น เช่น สุริยุปราคา ดาวหาง ฝนดาวตก เป็นต้น

การศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ที่ผ่านมาส่วนมากทำได้เฉพาะในทางทฤษฎี ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการขาดอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ ได้แก่ กล้องโทรทรรศน์ ซึ่งกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ในการสังเกตต้องตั้งอยู่ บนฐานตั้งกล้อง ซึ่งฐานตั้งกล้องแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ฐานระบบขอบฟ้า (Altazimuth Mount) มีแกนหมุนได้ 2 แนว คือแนวระดับ สำหรับปรับค่าตามมุมทิศ (Azimuth) และแกนหมุนแนวดิ่ง สำหรับปรับค่าตามมุมเงย (Altitude) ฐานตั้งกล้องอีกประเภทหนึ่ง คือ ฐานระบบศูนย์สูตร (Equatorial Mount) มีแกนหมุน 2 แนว ตามระบบศูนย์สูตร คือแกนที่ชี้ไปยังขั้วท้องฟ้า (Polar Axis) จะหมุนตามการเคลื่อนที่ของดาว (แนวตะวันออก – ตะวันตก) อีกแกนหนึ่งคือ แกนที่หมุนตั้งฉากกับแกนขั้วท้องฟ้า หรือ แกนเดคลิเนชัน (Declination Axis) ซึ่งเป็นการหมุนกล้องตามแนวขั้วฟ้าเหนือ – ใต้ (ศุภาวิตา จรรยา.2564) สำหรับการควบคุมกล้องโทรทรรศน์ให้สามารถดูดาวหรือสังเกตุปรากฏการณ์บน ท้องฟ้าที่ต้องการ ซึ่งในการปรับหมุนแกนของฐานตั้งกล้องเป็นแบบควบคุมด้วยตัวเอง ไม่สามารถใช้พร้อมกันได้หลายคน ใช้งานกล้องโทรทรรศน์ได้สูงสุดครั้งละ 1 คน โดยต้องตื่นมาในเวลากลางคืนเพื่อเก็บข้อมูลตามช่วงเวลาที่วัตถุนั้นปรากฏยังต้องคาดคะเนกับสภาพอากาศในคืนนั้นรวมถึงเรียนรู้วิธีการใช้งานและควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยตัวเองเพื่อไม่ให้อุปกรณ์นั้นเสียหาย หากจะให้ขาตั้งกล้องดังกล่าวสามารถหมุนได้เองอัตโนมัติต้องนำเข้าขาตั้งกล้องดังกล่าวจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงและใช้ระบบควบคุมแบบมีสาย ทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการตั้งค่าและใช้งาน ซึ่งในปี 2563 สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) มีการดำเนินโครงการเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์ระยะไกลอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานเพื่อเก็บข้อมูลตามเวลาจริง มีระบบอัตโนมัติที่สามารถตั้งเวลาเก็บข้อมูลต่าง ๆ ตอบสนองการใช้งานได้พร้อมกันหลายคน และยังทำงานได้ตลอดทั้งคืนอย่างเต็มประสิทธิภาพ ไม่เหน็ดไม่เหนื่อย จึงเป็นที่มาของ “การพัฒนาระบบควบคุมกล้องโทรทรรศน์ระยะไกลอัตโนมัติ” ของทีมวิศวกร NARIT (สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ. 2563) การเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ส่วนใหญ่จะใช้การถ่ายภาพ และการถ่ายภาพทำได้โดยการนำกล้องถ่ายรูปไปแนบกับเลนส์ตาแล้วทำการถ่ายภาพซึ่งหากมีการกระทบกระเทือน เนื่องจากตัวผู้ถ่ายภาพไปสัมผัสกับตัวกล้อง ภาพที่ถ่ายออกมาจะมีความคลาดเคลื่อน หรือไม่เห็นวัตถุที่ต้องการ ทำให้การศึกษาทางดาราศาสตร์เป็นเรื่องยากสำหรับคนทั่วไปโดยมีการศึกษาหาตำแหน่งดาวจากภาพถ่ายโดยใช้ กล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS 6D ต่อกับกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง โดยใช้ดาวฤกษ์เป็นดาวตัวอย่าง ในการศึกษา จากการทดสอบพบว่าตำแหน่งของดาวฤกษ์เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม Sky Image Processor มีความคลาดเคลื่อนของค่า Right Ascension (R.A) ประมาณ 0.01% (กฤษดา บุญชม และวิระภรณ์ ไหมทอง. 2560)

ปัจจุบันเป็นยุคที่ก้าวล้ำทางเทคโนโลยี ทำให้เกิดนวัตกรรมที่มีขนาดเล็ก ซึ่งนวัตกรรมเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรง และมีความแม่นยำในการผลิตเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เทคโนโลยีด้านการควบคุมมีความก้าวหน้า อาทิ เช่น เทคโนโลยีด้านการควบคุมความเร็ว เทคโนโลยีด้านการ ควบคุมตำแหน่ง และเทคโนโลยี

ด้านการตรวจวัด โดยนำเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมโดยจะออกแบบให้เหมาะสมกับการควบคุมในงานแต่ละประเภท เช่นเดียวกับ กำจัด ใจตรง และคณะ ได้ออกแบบการควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ผลจากการทดลองการทำงาน พบว่า ตัวควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงแบบพีไอดีที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC รุ่น 18F4431 สามารถควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าความผิดพลาดของความเร็วรอบที่สถานะคงตัวน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และใช้เวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวประมาณ 1 วินาที ทั้งในขณะที่ไม่มีภาระและมีภาระ (กำจัด ใจตรง สงกรานต์ ภารกุล และณรงค์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล.2564) นอกจากนี้มีการใช้เทคโนโลยีไอโอทีมาใช้ในการควบคุมระยะไกล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โหนด เอ็มซียู สำหรับการสั่งเปิด-ปิดท่อลำเลียงอาหารม้าโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ การตรวจนับปริมาณอาหารแต่ละมื้อด้วยเซ็นเซอร์สำหรับวัดน้ำหนัก การวัดความชื้นเพื่อควบคุมคุณภาพอาหารด้วยเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ ซึ่งสามารถควบคุม ตรวจสอบ และรายงานผลแจ้งเตือนผ่านทางไลน์ผลการวิจัยพบว่า ระบบให้อาหารม้าที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำสูง สามารถให้อาหารได้ตรงเวลาทุกครั้ง และมีการรายงานผลแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันทุกครั้ง ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0 ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอาหารเท่ากับ 107.53 เมื่อสั่งให้อาหาร 100 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.65 กรัม ซึ่งคิดเป็น 7.00% (โภคี บุญนรากร. 2563)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะการพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น เพื่อตอบสนองการใช้งานดังกล่าวให้ง่ายขึ้นผ่านระบบอินเทอร์เนต สั่งการได้จากทุกที่ทั่วโลก ระบบฐานตั้งกล้องสามารถควบคุมการหมุนกล้องโทรทรรศน์ ทั้งแกนหมุนในแนวราบ และแกนหมุนในแนวดิ่ง แบบอัตโนมัติ และแสดงภาพวัตถุบนท้องฟ้าที่กล้องโทรทรรศน์ส่องผ่านด้วยเว็บเบราเซอร์ อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถถ่ายภาพส่งมายังแอพพลิเคชั่นไลน์ ทำให้การศึกษาด้านดาราศาสตร์ สามารถทำพร้อมกันได้หลายคนโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ต และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งวัสดุที่ใช้สามารถหาได้ในประเทศไทย ราคาไม่แพง

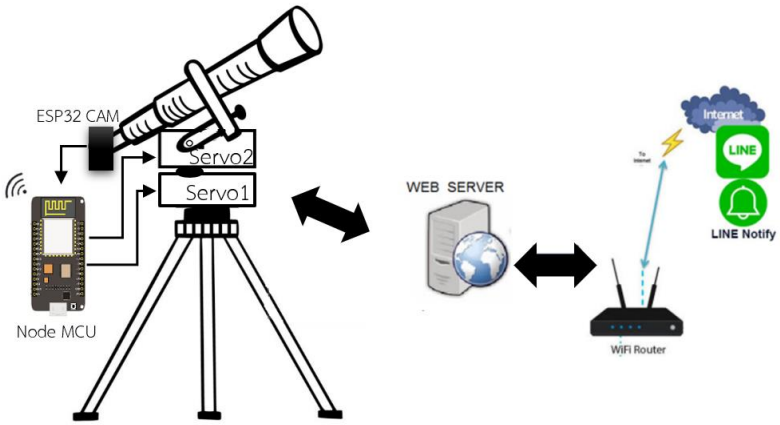
2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น

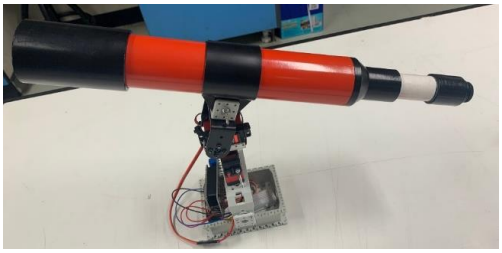
3. วิธีการวิจัย

ระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ และเว็บแอปพลิเคชันควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ระยะไกล

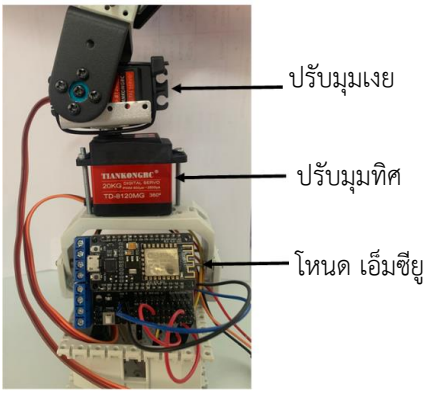


รูปที่ 1 การออกแบบภาพรวม

3.1 การออกแบบและสร้างฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นประกอบด้วยเซอร์โวมอเตอร์ แรงบิดสูง 20 Kg เฟืองเป็นโลหะ 2 ตัว โดยเซอร์โวมอเตอร์ที่ 1 สามารถหมุน 0-360 องศา สำหรับหมุนกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ในแนวราบหรือหมุนตามมุมทิศ (Azimuth) และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 สามารถหมุนได้ 0-180 องศา ใช้สำหรับหมุนกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ในแนวมุมเงย(Altitude) เซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองตัวควบคุมการหมุนจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โหนด เอ็มซียู ผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในโครงการนี้



ก.



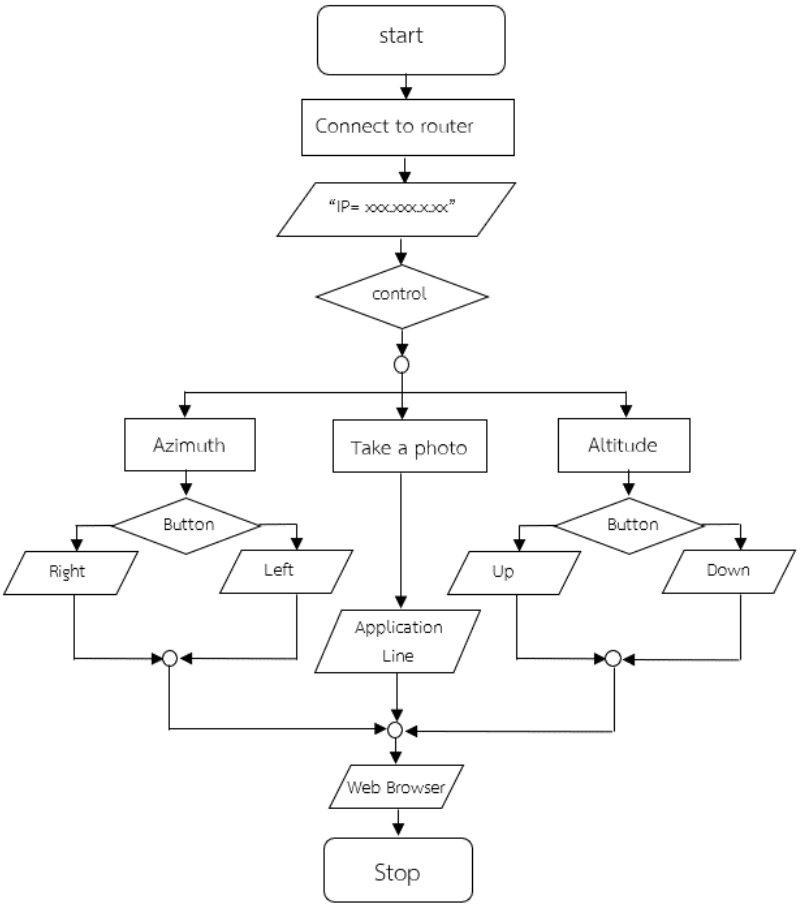
ข.

รูปที่ 2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ ก.การนำกล้องโทรทรรศน์ประกอบกับฐานตั้งกล้องที่พัฒนา
ข.ส่วนประกอบของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์

สำหรับกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ประกอบกับฐานตั้งกล้องที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้เป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง เลนส์วัตถุขนาด 50 เซนติเมตร มีความยาวโฟกัส 50 เซนติเมตร เลนส์ใกล้ตามีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตร ความยาวของกล้อง 55 เซนติเมตร กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ 25 เท่าและตัวกล้องมีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ซึ่งเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์จะติดตั้งโมดูลกล้อง ESP32 CAM เพื่อทำการถ่ายทอดภาพมายังเว็บแอปพลิเคชัน

รูปที่ 3 การติดตั้งโมดูลกล้อง ESP32 CAM เข้ากับเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์

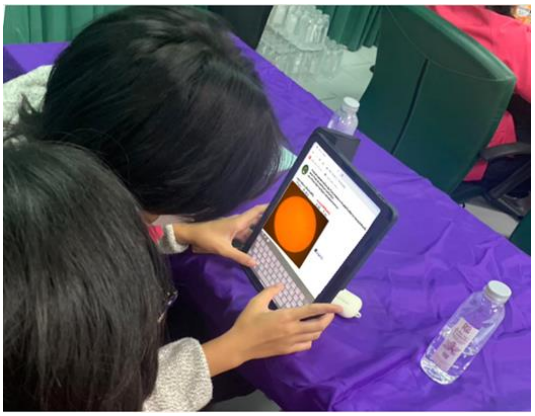
3.2 การออบแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันมีการออกแบบเพื่อควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ในแนวราบหรือหมุนตามมุมทิศ และมุมเงย การทำงานของระบบเป็นดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การออกแบบระบบควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ระยะไกล

3.3 การประเมินประสิทธิภาพระบบ โดยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอาจารย์ที่สอนวิชาดาราศาสตร์ จากโรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ ห้องเรียนพิเศษ จำนวน 35 คน ที่ทำกิจกรรมปฏิบัติการดาราศาสตร์ ณ หอดูดาว มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา โดยทำการคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

ก.



ข.

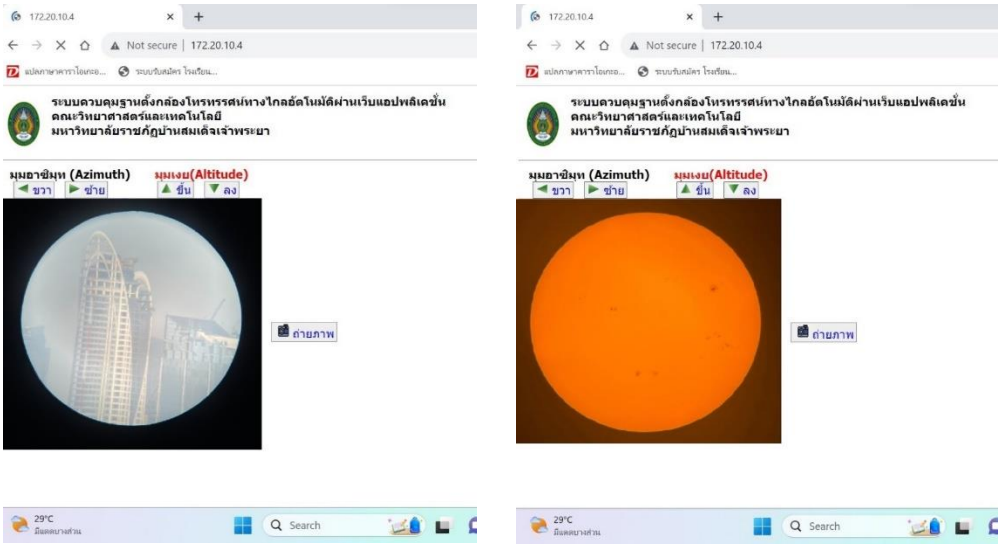
รูปที่ 5 ประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น
ก. การติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ ข. การควบคุมกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นในครั้งนี้จะใช้สถิติในการวิจัย คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (นพพร ธนะชัยขันธ์. 2555).

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น พบว่าสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นที่ใช้ในการควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ในระยะไกลผ่านเว็บเบราเซอร์ google chrome, firefox, Internet explorer และ safari ในการทดสอบควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่หมุนตามมุมทิศ และมุมเงย



ก. ข.

รูปที่ 6 หน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมการหมุนกล้องโทรทรรศน์และถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์
ก. ภาพทิวทัศน์ ข. ภาพดวงอาทิตย์

จากรูปที่ 6 ระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น สามารถถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์ด้วยโมดูลกล้อง ESP32CAM ซึ่งยึดติดกับตัวกล้องโทรทรรศน์โดยหน้าเว็บแอปพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้มีปุ่มปรับหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ให้หมุนตามมุมทิศ(Azimuth) และมุมเงย(Altitude) นอกจากนี้ยังมีปุ่มสำหรับถ่ายภาพเพื่อส่งภาพทางดาราศาสตร์ที่ถ่ายทอดได้จากกล้องโทรทรรศน์ไปยังแอปพลิเคชั่นไลน์กลุ่มที่ผู้ใช้งานกำหนด

รูปที่ 7 การทดสอบถ่ายภาพจากเว็บเบราว์เซอร์มายังแอ็ปพลิเคชั่นไลน์

การทดสอบกดปุ่มในเว็บแอพพลิเคชั่นจากเว็บเบราเซอร์เพื่อควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ตามการหมุนมุมแบบอะซิมุธ (มุมทิศ) และมุมเงย เทียบกับไม้บรรทัดวัดมุม(ครึ่งวงกลม) เป็นดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอพพลิเคชั่นจากเว็บเบราเซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุม การหมุนของฐานตั้งกล้องตามการหมุนมุมแบบอะซิมุธ (มุมทิศ) เปรียบเทียบกับไม้บรรทัดวัดมุม (ครึ่งวงกลม)

จำนวนครั้งที่กดปุ่มควบคุมจากเว็บเบราเซอร์	มุมอะซิมุธ (องศา)		ไม้บรรทัดวัดมุม (องศา)	
	หมุนซ้าย	หมุนขวา	หมุนซ้าย	หมุนขวา
1 ครั้ง	1	1	1	1
2 ครั้ง	2	2	2	2
3 ครั้ง	3	3	3	3
4 ครั้ง	4	4	4	4
5 ครั้ง	5	5	5	5

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอพพลิเคชั่นจากเว็บเบราเซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องเปรียบเทียบกับครึ่งวงกลม พบว่า ปุ่มกดบนเว็บแอปพลิเคชันสามารถควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ตามการหมุนมุมแบบอะซิมุธ (มุมทิศ) ได้ทั้งหมุนซ้ายและหมุนขวา 360 องศา ซึ่งในการทดลองกดปุ่มควบคุม 1 ครั้ง มุมอะซิมุธในระบบควบคุมกล้องจะหมุนไปได้ ครั้งละ 1 องศา

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอพพลิเคชั่นจากเว็บเบราเซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุม การหมุนของฐานตั้งกล้องตามการหมุนมุมเงยเปรียบเทียบกับไม้บรรทัดวัดมุม (ครึ่งวงกลม)

จำนวนครั้งที่กดปุ่มควบคุมจากเว็บเบราเซอร์	มุมอะซิมุธ (องศา)		ไม้บรรทัดวัดมุม (องศา)	
	หมุนซ้าย	หมุนขวา	หมุนซ้าย	หมุนขวา
1 ครั้ง	1	1	1	1
2 ครั้ง	2	2	2	2
3 ครั้ง	3	3	3	3
4 ครั้ง	4	4	4	4
5 ครั้ง	5	5	5	5

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอพพลิเคชั่นจากเว็บเบราเซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องเปรียบเทียบกับครึ่งวงกลม พบว่า ปุ่มกดบนเว็บแอปพลิเคชันสามารถ ควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ตามการหมุนมุมเงย ได้ทั้งหมุนขึ้นและหมุนลง 90 องศา ซึ่งในการทดลองกดปุ่มควบคุม 1 ครั้ง มุมเงยในระบบควบคุมกล้องจะหมุนไปได้ ครั้งละ 1 องศา

การทดสอบหาตำแหน่งดาวจริง โดยทดสอบในเวลา 20.00 นาฬิกา เป็นต้นไป ณ อาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ชั้นดาดฟ้า ในระหว่างวันที่ 20 – 22 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางที่ 3 การทดสอบหาตำแหน่งดาวฤกษ์ (ดาวไรเจล และดาวบีเทลจุส) และดาวเคราะห์ (ดาวพฤหัส และดาวอังคาร) ของระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น เปรียบเทียบกับตำแหน่งดาวในโปรแกรม stellarium ในระหว่างวันที่ 20 – 22 มกราคม 2566 ตั้งแต่เวลา 20.00 น. ณ ชั้นดาดฟ้า อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

วันที่	เวลา	มุมอะซิมุธ			มุมเงย		
		stellarium	ระบบฐานตั้งกล้อง	คลาดเคลื่อน	stellarium	ระบบฐานตั้งกล้อง	คลาดเคลื่อน
20 ม.ค. 66							
ดาวไรเจล	20.00	131	128	2.29%	57	55	3.50%
ดาวบีเทลจุส	20.30	100	97	3.00%	63	61	3.17%
ดาวพฤหัส	21.00	262	259	1.14%	30	28	6.67%
ดาวอังคาร	21.30	341	338	0.88%	78	76	2.56%
21 ม.ค. 66							
ดาวไรเจล	20.00	132	129	2.27%	58	56	3.45%
ดาวบีเทลจุส	20.30	101	98	2.97%	64	62	3.12%
ดาวพฤหัส	21.00	264	261	1.13%	22	20	9.09%
ดาวอังคาร	21.30	337	334	0.89%	78	76	2.56%
22 ม.ค. 66							
ดาวไรเจล	20.00	134	131	2.23%	59	57	3.39%
ดาวบีเทลจุส	20.30	102	99	2.94%	65	63	3.08%
ดาวพฤหัส	21.00	265	262	1.13%	21	19	9.52%
ดาวอังคาร	21.30	312	309	0.96%	73	71	2.74%

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาตำแหน่งดาวจากการควบคุมการหมุนกล้องโทรทรรศน์ตามมุมอะซิมุธ และมุมเงยของระบบฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราเซอร์ พบว่า การค้นหาตำแหน่งดาวมีความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุธเฉลี่ย สำหรับดาวไรเจล 2.26% ดาวบีเทลจุส 2.97% ดาวพฤหัส 1.13% และ ดาวอังคาร 0.91% ส่วนความคลาดเคลื่อนของมุมเงยเฉลย สำหรับดาวไรเจล 3.45% ดาวบีเทลจุส 3.12% ดาวพฤหัส 8.42% และดาวอังคาร 2.62%

ผลประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น ผู้วิจัยได้ทดสอบใช้งานจริงและประเมินผลกับกลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอาจารย์ที่สอนวิชาดาราศาสตร์ จากโรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ จำนวน 35 คน ที่ทำกิจกรรมปฏิบัติการดาราศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษ วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ.2566 ณ หอดูดาวสุริยะ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง แบ่งเป็น 5 ด้าน คือ 1) การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ 2) การออกแบบเว็บเบราเซอร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ 3) ประสิทธิภาพการควบคุมใช้งานของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราเซอร์ 4) ประสิทธิภาพการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บเบราเซอร์ 5) ประสิทธิภาพการถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผลดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินการทดสอบใช้งานและประเมินผลกับกลุ่มเป้าหมาย

รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1.การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์	3.70	0.34	มาก
2.การออกแบบเว็บเบราเซอร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์	3.92	0.22	มาก
3.ประสิทธิภาพการควบคุมใช้งานของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราเซอร์	3.52	0.13	มาก
4.ประสิทธิภาพการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บเบราเซอร์	3.87	0.11	มาก
5.ประสิทธิภาพการถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์	4.74	0.37	มาก

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินการทดสอบใช้งานและประเมินผลกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ความเหมาะสมการใช้งานทั้ง 5 ด้าน มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินด้านการถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD. = 0.37) รองลงมาคือ การออกแบบเว็บเบราเซอร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ ($\bar{X}$ = 3.92, SD. = 0.22) ผลการประเมินประสิทธิภาพการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บเบราเซอร์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.87, SD. = 0.11 ด้านการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ ($\bar{X}$ = 3.70, SD. = 0.34) และประสิทธิภาพการควบคุมใช้งานของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราเซอร์มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{X}$ = 3.52, SD. = 0.13)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น พบว่า สามารถควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์เพื่อหมุนกล้องโทรทรรศน์ตามมุมอะซิมุธและมุมเงย ผ่านเว็บแอปพลิเคชันตามองศาด้วยปุ่มกด ซึ่งการกดปุ่มบนเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้ จะทำให้ฐานตั้งกล้องโทรรศน์หมุนกล้องโทรทรรศน์ได้ทีละ 1 องศา โดยสามารถถ่ายทอดภาพตามเวลาจริงจากการหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์มายังหน้าเว็บแอปพลิเคชันทำให้ผู้ใช้สามารถดูภาพจากกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราเซอร์ของอุปกรณ์พร้อมกันได้หลายอุปกรณ์อาทิ โทรศัพท์ แท็ปเล็ต คอมพิวเตอร์ ฯลฯ แต่การใช้งานหากดาวที่สังเกตอยู่ในระยะห่างกันมากอาจต้องกดปุ่มเพื่อหมุนกล้องโทรทรรศน์ค้างไว้เพื่อให้กล้องโทรทรรศน์หมุนไปในองศาที่ต้องการหรืออาจหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ด้วยมือตามมุมอะซิมุธร่วมด้วย นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชั่นไลน์ที่ผู้ใช้กำหนดผ่านปุ่มกดถ่ายภาพบนเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้

5.2 การทดสอบหาตำแหน่งดาวจากต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น พบว่า สามารถหาตำแหน่งของดาวได้ตามต้องการ โดยมีความคลาดเคลื่อนตำแหน่งดาวเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม stellarium ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการหาตำแหน่งของดาว ซึ่งมีค่าติดลบ 3 องศาสำหรับการหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ตามมุมอะซิมุธ ซึ่งตำแหน่งดาวที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดคือตำแหน่งของดาวพฤหัสมีความผิดพลาดในการค้นหาตำแหน่งดาวเฉลี่ย 1.13% และมีค่าติดลบ 2 องศาสำหรับการหมุนฐานตั้งกล้องตามมุมเงย โดยตำแหน่งดาวที่พบความผิดพลาดน้อยที่สุดคือตำแหน่งของดาวอังคารมีความผิดพลาดเฉลี่ย 2.62%

5.3 การเพิ่มประสิทธิภาพต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น พบว่า ต้นแบบระบบควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์สามารถควบคุมการหมุนของกล้อง

โทรทรรศน์เพียงครั้งละ 1 องศา ซึ่งอาจมีการพัฒนาเพิ่มปุ่มกดบนเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถหมุนได้มากกว่า 1 องศาต่อครั้ง

6. ข้อเสนอแนะ

ต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ในครั้งนี้ใช้กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงที่มีอัตรากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์เพียง 25 เท่า ทำให้รายละเอียดของภาพที่ถ่ายทอดจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บแอปพลิเคชั่นหรือภาพถ่ายที่ส่งมายังแอปพลิเคชั่นมีไม่มากพอหากใช้กล้องโทรทรรศน์ในการศึกษารายละเอียดของดวงดาวทางดาราศาสตร์ โดยหากเพิ่มกำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์จะต้องเปลี่ยนเลนส์ใกล้ตาและเลนส์ใกล้วัตถุซึ่งมีผลต่อความยาวหรือน้ำหนักของกล้องโทรทรรศน์ประเภทหักเหแสง จึงควรเปลี่ยนกล้องโทรทรรศน์เป็นประเภทสะท้อนแสง จะทำให้กล้องโทรทรรศน์สามารถศึกษารายละเอียดของดวงดาวได้มากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยนี้จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา บุญชม และวิระภรณ์ ไหมทอง. (2560, เมษายน). “การหาตำแหน่งดาวจากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล DSLR ผ่านกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก”. **วารสารวิชาการซายน์เทค มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต**. 1(1) : 27-30.

กำจัด ใจตรง สงกรานต์ ภารกุล และณรงค์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล. (2564, มีนาคม). “การควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC”. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ**. 5(1) :78-86.

ชูชาติ แพน้อย. (2563). **การพัฒนาแบบจำลองระบุพิกัดของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดดาราศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ปริญญานิพนธ์หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นพพร ธนะชัยขันธ์. (2555). **สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3)**. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.

โภคี บุญนรากร. (2563). **ระบบให้อาหารม้าแบบอัตโนมัติด้วยไอโอที**.ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศุภาวิตา จรรยา.(2564).เทคโนโลยีอวกาศ.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : **https://www.scimath.org/lesson-earthscience/item/11308-2020-02-17-07-32-28**. สืบค้น 7 สิงหาคม 2566.

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ. (2564). **บริบทใหม่ดาราศาสตร์ไทย**. เชียงใหม่ : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).