การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้งานตู้แช่เชิงพาณิชย์ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

A Study of User Behavior on a Commercialized Freezer

เบญจมาศ ปิยะ และ ถิรพล วงศ์สอาดสกุล

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันตู้แช่เชิงพาณิชย์มีความนิยมใช้งานในหมู่ร้านค้า แต่ปัญหาที่พบคือตู้แช่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง ทำให้ต้นทุนของร้านสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามมีระบบอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่อาดุยโน่ (Freezer Temperature Controller Using Arduino: FTC) ช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของตู้แช่ให้คงที่ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาที่ตู้แช่มีอุณหภูมิต่ำเกินไปจนทำให้เกิดน้ำแข็งและสินค้าเสียหาย แต่ระบบ FTC ยังมีการบริโภคไฟฟ้าที่สูงอยู่ บทความนี้จึงนำเสนอการใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Learning) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานตู้แช่เชิงพาณิชย์ เพื่อพัฒนาระบบ FTC ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้มีค่าไฟฟ้าลดลง โดยมีการเก็บข้อมูลแบบแยกหมวดหมู่เพื่อหาค่ามาตรฐานมาใช้กำหนดเวลาและจะมีระบบเสียงเตือนผู้ใช้งานในกรณีที่เปิดตู้เย็นเกินเวลาที่กำหนด จากผลการทดลองจริง ระบบ FTC แบบใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีการใช้งานเปิดปิดตู้แช่จริงลดลง ร้อยละ 18.75 และค่าไฟฟ้าที่น้อยลงร้อยละ 4.4

คำสำคัญ : อาดุยโน่ ตู้แช่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พลังงานไฟฟ้า พฤติกรรมมนุษย์

ABSTRACT

At present, commercial fridge is popular in a store, but the problem is that it has high electricity consumption and it makes even more costs. However, we have a system to control and stabilize the temperature of fridge called Arduino (Freezer temperature Controller Using Arduino: FTC) in order to prevent uncontrolled low temperature causing a damage to a product. Nevertheless, FTC has a domestic consumption for electricity. This article shows the use of Decision Tree Learning technique for study of usage behavior, development of the FTC to be more efficient, and reduction in electricity usage by the data classification to find out the standards to specify time, and to have a system of the alert in case of opening a fridge for a long time. The result shows that the time of using a fridge in FTC with Decision Tree Learning is 18.75% and the electric consumption is 4.4% lower than that of the original FTC.

Keyword : Arduino, Freezer, Decision Tree, Energy, Human Behavior

บทนำ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าครัวเรือน พบว่าพฤติกรรมการใช้งานเครื่องใช้ครัวเรือนมีผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าจริง โดยใช้นโยบายโครงการประหยัดไฟกำไรสองต่อด้วยเหตุผลที่ว่าเป็นประโยชน์ต่อครัวเรือนโดยตรงซึ่งจะได้ลดค่าไฟฟ้า โดยมีครัวเรือนเห็นด้วยต่อนโยบายนี้ถึงร้อยละ 98 ความรู้เรื่องการใช้ไฟฟ้าก็เป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เช่น ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน ฯลฯ (สุวิทย์ สายสุเขียว,2545) สำหรับร้านค้าทั่วไปตู้แช่เชิงพาณิชย์เป็นที่นิยมใช้มากเพราะการใช้งานที่สะดวก แต่ปัญหาที่พบอุณหภูมิภายในตู้เย็นไม่คงที่ทำให้สินค้ากลายเป็นน้ำแข็งและเสียหาย อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่ (Freezer Temperature Controller Using Arduino: FTC) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการทดแทนอุปกรณ์ที่ควบคุมความเย็นของตู้แช่เดิม แบบเครื่องควบคุมอุณหภูมิ อัตโนมัติ (Thermostat) เนื่องด้วยตัววัดอุณหภูมิไม่สามารถวัดได้ค่าแบบตามเวลาจริง (Real time) และสามารถพบตู้แช่นี้ตามท้องตลาดทั่วไปเพราะราคาถูก สามารถแก้ไขปัญหาโดยนำเอาโปรแกรมอาดุยโน่ (Arduino) มาปรับค่าเซนเซอร์อุณหภูมิให้เป็นค่าแบบตามการใช้งาน (Real time) ทำการประมวลผลและสั่งงานให้รีเลย์จ่ายไฟฟ้าไปยังคอมเพรสเซอร์ (Compressor)

ภาพที่ 1: ตู้แช่เชิงพาณิชย์

บทความนี้จึงนำเสนอการใช้การเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Learning) ด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่ม (Cluster) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานตู้แช่เชิงพาณิชย์ และนำมาพัฒนาระบบ FTC เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำเอาระบบ FTC เดิมมาเปรียบเทียบกับระบบอุปกรณ์ควบคุมตู้แช่แบบเพิ่มพฤติกรรมผู้ใช้งาน (FTC Behavior) และทำให้มีค่าใช้จ่ายในค่าไฟฟ้าลดลง โดยมีการเก็บข้อมูลแบบแยกหมวดหมู่เพื่อหาค่ามาตรฐานมาใช้กำหนดเวลาและจะมีระบบเตือนผู้ใช้งานในกรณีที่เปิดตู้เย็นเกินเวลาที่กำหนด

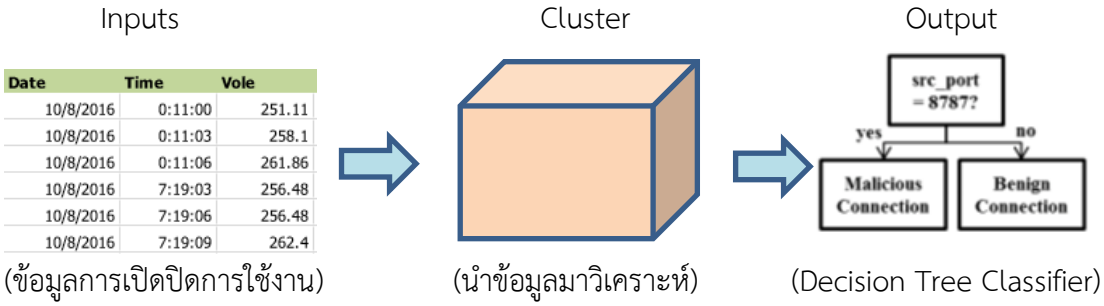
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทตู้แช่โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ
2. เพื่อพัฒนาระบบ FTC ให้เป็นแบบใหม่โดยบวกส่วนที่เป็นพฤติกรรมการใช้งาน เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

วิธีวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การเก็บข้อมูลการใช้งานการเปิดปิดของตู้แช่และนำมาหาค่าที่เหมาะสมกับการแจ้งเตือนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ และการพัฒนาระบบโดยการเพิ่มระบบเตือนผู้ใช้งานในกรณีที่เปิดตู้เย็นเกินเวลาที่กำหนด

ภาพที่ 2: เทคนิคกระบวนการสร้างการเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ



(ข้อมูลการเปิดปิดการใช้งาน) (นำข้อมูลมาวิเคราะห์) (Decision Tree Classifier)

การเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจสามารถที่จะนำเอาข้อมูลพฤติกรรมการเปิดปิดตู้แช่จริงมาคำนวณโดยการเทคนิคการแบ่งกลุ่มนั้นจะรับชุดข้อมูลที่ระบุคลาสของข้อมูลเหล่านั้นเป็นข้อมูลนำเข้า หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชุดข้อมูลผู้ใช้งานจริง (Inputs) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ประกอบไปด้วย ข้อมูลพฤติกรรมการเปิดปิดใช้งานตู้แช่ (เวลา วันที่ ค่าไฟฟ้า) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยเทคนิคแบ่งกลุ่มโดยการเข้าสูตรที่1 และสูตรที่2 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นกลุ่มข้อมูลแบบแยกช่วงเวลา นำเอาช่วงเวลาที่เหมาะสมหาค่ามาตรฐาน เพื่อระบบเสียงเตือนผู้ใช้งานในกรณีที่เปิดตู้เย็นเกินเวลาที่กำหนด หากผู้ใช้งานเปิดตู้แช่เกินเวลาที่กำหนดแล้วก็จะมีการส่งเสียงเตือนดังขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบและทำการปิดประตู วิธีนี้จะส่งผลต่อการทำงานของเครื่องลดน้อยลง การใช้งานที่น้อยลง ทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้า

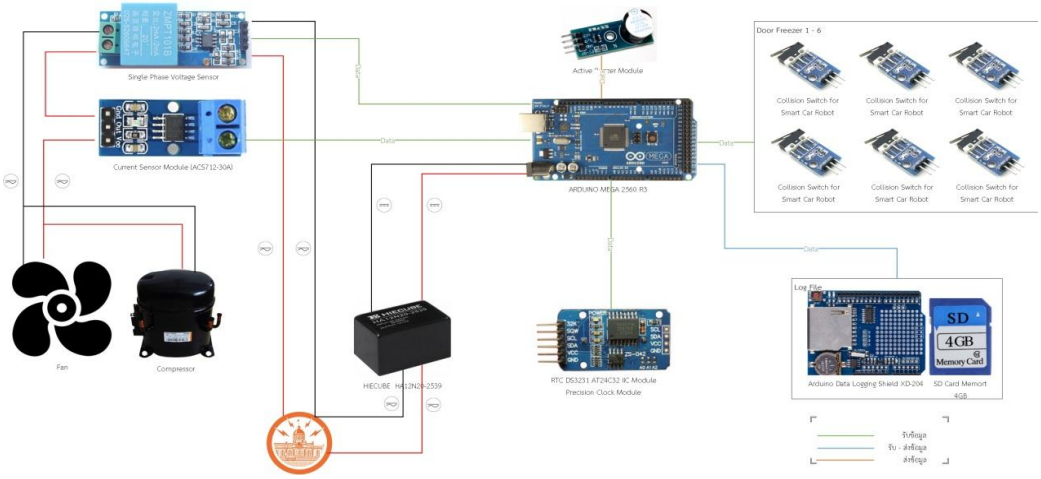
สูตรที่1 ถ้าเลือกคุณสมบัติ (attribute) X เป็น node โดยที่คุณสมบัติ X มีค่า (value) ที่เป็นไปได้ทั้งหมด n ค่า ซึ่ง node ที่สร้างจากคุณสมบัติ X แบ่งข้อมูลจำนวน S ข้อมูล ออกตามกิ่ง (link) โดยมีจำนวนข้อมูลในแต่ละกิ่งเป็น {s1,s2,...sn} ค่าเอนโทรปีหลังจากแบ่งข้อมูลตามคุณสมบัติ X สามารถคำนวณ

$$\mathrm{Ex(S)} = \sum_{i=l}^{n} \left| \frac{Si}{S} \right| E(si) \quad (1)$$

สูตรที่2 ค่าเกนของคุณสมบัติ (attribute) X สามารถคำนวณได้จากการ ลบค่าเอนโทรปีทั้งหมดของชุดข้อมูล S กับค่าเอนโทรปีที่ได้หลังจากแบ่งข้อมูลด้วยคุณสมบัติ X สามารถคำนวณ

$$Gain(X) = E(S) - Ex(s) \quad (2)$$

รูปภาพที่ 3: สถาปัตยกรรมระบบ

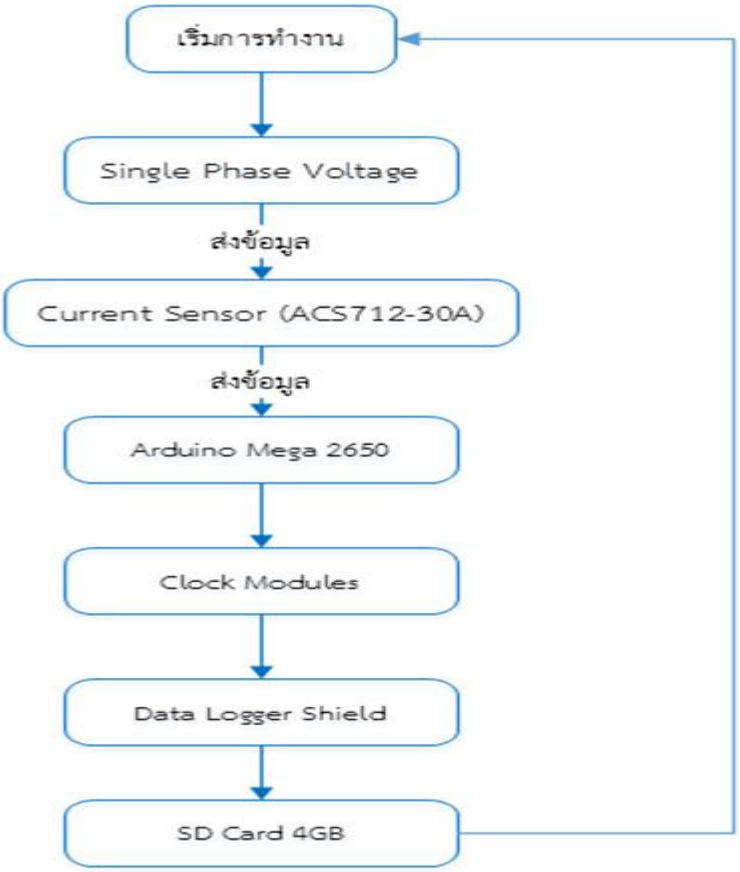


จากรูปภาพที่ 3 สถาปัตยกรรมระบบประกอบไปด้วย เครื่อง Arduino เป็นตัวสั่งการ ควบคุมการทำงานทั้งหมด นาฬิกา (Clock Modules) เอาไว้จับเวลาการเปิดปิดใช้งานตู้ อุปกรณ์เซนเซอร์ (Collision Switch) ติดไว้ตรงประตูตู้แช่เพื่อรับข้อมูลการเปิดปิดใช้งานละส่งข้อมูลกลับไปที่ Arduino และทำการบันทึกข้อมูลลงในเอสดีการ์ด (SD Card) ลำโพงแจ้งเตือน (Active Buzzer) ติดไว้ตรงประตูเพื่อส่งเสียงเตือนผู้ใช้งานที่เปิดประตู้เกินเวลาที่กำหนด และเซนเซอร์จับกระแสไฟ (Current Sensor ACS712-30A) จะวัดค่าไฟฟ้าจากการทำงานของเครื่อง Compressor และการใช้ไฟฟ้า เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าอุปกรณ์วัดแรงดันไฟฟ้าจะส่งค่าไฟฟ้าที่วัดได้ หน่วยเป็นโวลต์ (Volt) กับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าจะวัดกระแสไฟฟ้าเป็นหน่วยแอมป์ (Amp) ส่งไปยังอาดุยโน่เพื่อคำนวณหาค่าไฟฟ้าออกมาเป็นหน่วยวัตต์(Watt) โดยมีหลักการทางคณิตศาสตร์ คือ

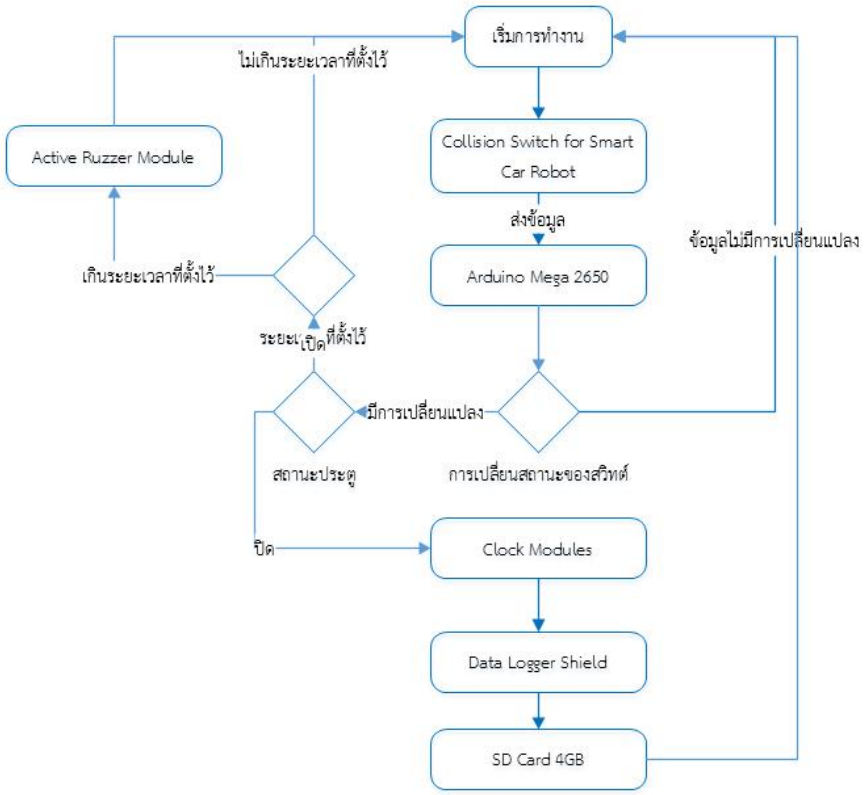
โวลต์ (Volt) x แอมป์ (Amp) = วัตต์ (Watt)

และนำค่าทั้ง 3 รวมทั้งเวลาที่มีการวัดไปบันทึกลงในเมมโมรี่การ์ด เพื่อใช้ในการศึกษาผลการทดลองด้านไฟฟ้า

ภาพที่ 4 : เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปภาพที่ 5: ระบบการทำงานหลังการเก็บข้อมูล



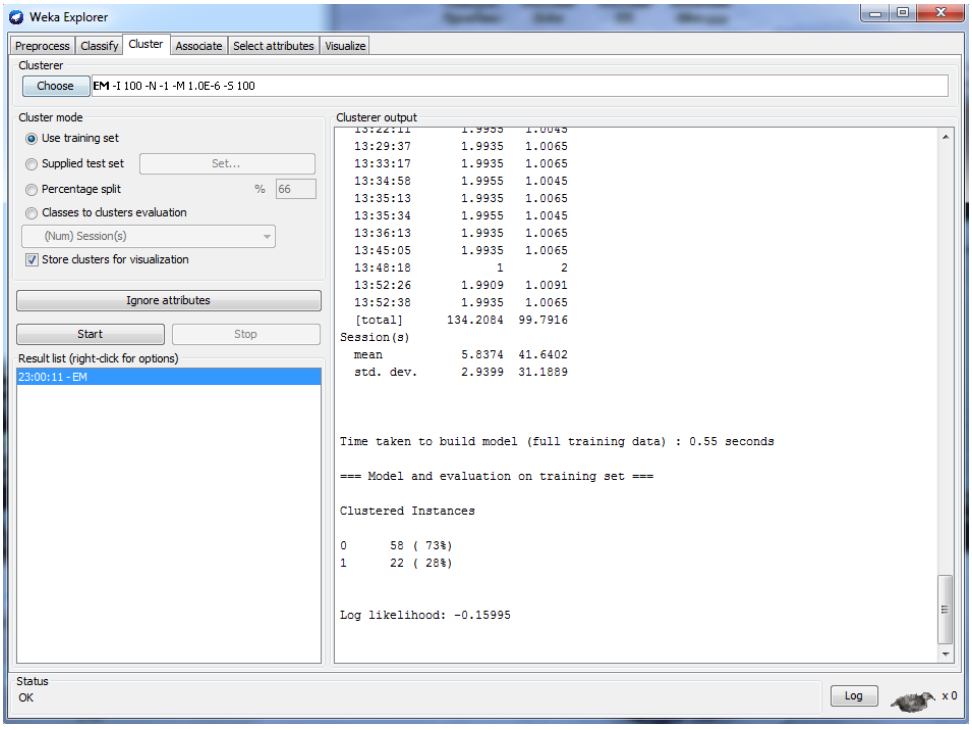
หลังจากเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเปิด-ปิดประตูมาได้ 9 วัน เวลา 06.00 นาฬิกา ถึง 22.00 นาฬิกา รวมเป็น 144 ชั่วโมง นำข้อมูลในเมมโมรี่การ์ดมาใช้โปรแกรมเวก้า (Waikato Environment for Knowledge Analysis: Weka) เพื่อทำการแยกกลุ่มตามช่วงเวลาการใช้งาน แบ่งออกเป็นสองช่วงเวลาที่สำคัญคือช่วง 09.00 นาฬิกา – 12.00 นาฬิกา และช่วง 17.00 นาฬิกา ถึง 19.0 นาฬิกา ที่มีการใช้งานเป็นพิเศษ จึงยกเอาเวลาในช่วง 03.00 นาฬิกา ถึง 12.00 นาฬิกา มาใช้ในการแจ้งเตือนเพราะมีความเหมาะสมกว่าและจะไม่ส่งผลกระทบกับช่วงเวลาอื่นๆจากการคำนวณพบว่าเวลาที่เหมาะสมอยู่ที่ 2 นาทีต่อการใช้งานเปิดปิด1ครั้ง และนำผลลัพธ์นั้นไปเปลี่ยนแปลงการเตือนเปิดประตูในอาดุยโน่ การทดลองครั้งที่ 2 อาดุยโน่จะตรวจจับสัญญาณดิจิตอลจากสวิตช์เช็คการชน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเป็น 1 จะบันทึกเวลาที่เปลี่ยนแปลง และวนซ้ำตรวจเช็คเวลา เมื่อเกินจากระยะเวลาที่ตั้งไว้ อาดุยโน่จะส่งสัญญาณให้ลำโพง (Active Buzzer) ส่งเสียงเตือนแก่ผู้ใช้งานระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ยินเสียงเพราะมีประตูตู้แช่เปิดค้างไว้เกินเวลาที่กำหนด เมื่อมีการปิดประตูตู้แช่แล้ว อาดุยโน่จะหยุดส่งสัญญาณให้ลำโพงส่งเสียงเตือน และบันทึกผลลงในเมมโมรี่การ์ดเหมือนครั้งที่แล้ว

ผลการวิจัย

จากการศึกษาระบบ FTC Behavior แบบการเชื่อมต่อข้อมูลพฤติกรรมผู้ใช้งาน จำนวน 9 วัน เวลา 06.00 นาฬิกา ถึง 22.00 นาฬิกา รวมเป็น 144 ชั่วโมง โดยใช้โปรแกรม Weka ได้ Cluster เพื่อทำการแยกกลุ่มตามช่วงเวลาการใช้งาน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาที่สำคัญคือช่วง 09.00 นาฬิกา ถึง 12.00 นาฬิกา และช่วง 17.00 นาฬิกา ถึง 19.00 นาฬิกา ที่มีการใช้งานเป็นพิเศษ จึงยกเอาเวลาในช่วง 09.00 นาฬิกา ถึง 12.00 นาฬิกา มาใช้ในการแจ้งเตือนเพราะมีความเหมาะสมกว่าและจะไม่ส่งผลกระทบกับช่วงเวลาอื่นๆ จากการคำนวณพบว่าเวลาที่เหมาะสมอยู่ที่ 2 นาทีต่อการใช้งานเปิดปิด1ครั้ง โดยทำเหมืองข้อมูลแบบการแบงกลุม (Clustering) ตามกลุมข้อมูลตามความคลายคลึง (Similarity) ก็ได้ค่าออกมาตามนี้

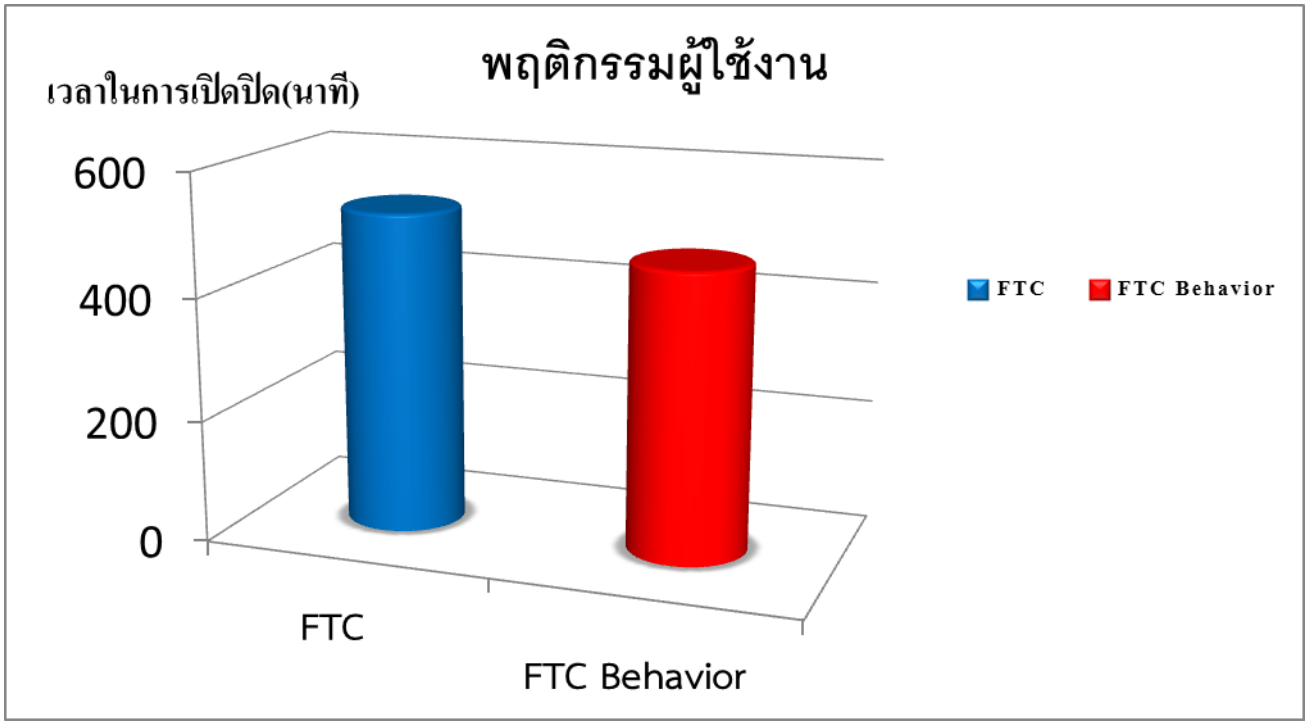
การทดลองโดยใช้โปรแกรม WEKA

ภาพที่ 6: ผลการคำนวณการแบงกลุมขอมูลตามความคลายคลึง

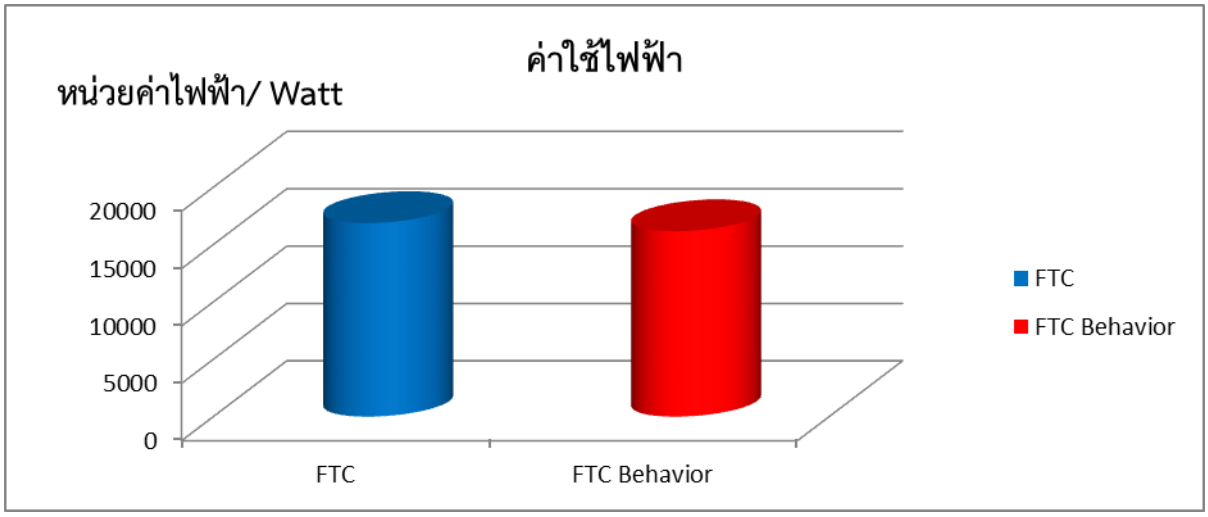


จากการคำนวน การใช้งานการแจ้งเตือน แสดงถึงผู้ใช้งานที่เปิดปิดตู้แช่ช่วงเวลา 09.00 นาฬิกา ถึง 12.00 นาฬิกา เฉลี่ยอยู่ที่ 2.93 นาที ซึ่ง เพื่อใช้กำหนดเวลาในการนำไปติดตั้งเวลาการแจ้งเตือนของตู้แช่ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ให้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

ภาพที่ 7: กราฟแสดงค่าการเปิดปิดการใช้งานที่น้อยลง



ภาพที่ 8: กราฟแสดงค่าไฟฟ้าที่น้อยลง



จากรูปภาพที่ 8 และ 9 กราฟแสดงค่าการเปิดปิดการใช้งานที่น้อยลงแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการใช้งานเปิดปิดตู้แช่จริงลดลงร้อยละ 18.75 และค่าไฟฟ้าที่น้อยลงร้อยละ 4.4 แสดงว่าพฤติกรรมการใช้งานเปิดปิดตู้แช่เชิงพาณิชยมีน้อยลง ส่งผลต่อการทำงานของ Compressor และเกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจริง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานเปิดปิดตู้แช่เชิงพาณิชย์ พบว่าสามารถที่จะพัฒนาส่วนของเรื่องการเก็บข้อมูลหรือการใช้งานจริงในอนาคต นำไปปรับปรุงการแจ้งเตือนของการใช้งานตู้แช่ พัฒนาให้ระบบเป็นแบบอัตโนมัติมากขึ้น และการศึกษาโปรแกรมเวกก้าค่อนข้างที่จะเข้าใจยากควรผู้ชำนาญการในการใช้โปรแกรมคอยชี้แนะเทคนิควิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

ธนพนธ์ สุพัฒนกิจกุล. (2559). **Freezer Temperature Controller Using Arduino**. สารนิพนธ์. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

รศ.วิชุดา ไชยศิวามงคล. (2559 สิงหาคม 1). **การใช้โปรแกรม WEKA**. จำนวน 15 หน้า. แหล่งที่มา http://home.kku.ac.th/wichuda/DMining/1WEKA_doc.pdf.

สุวิทย์ สายสุเขียว. (2545). **ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์ของการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนในจังหวัดลาปาง.** วิทยานิพนธมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

โอภาส สุขหวาน. (2556). **วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

playground.arduino.cc. (2014). **A DHT11 Class for Arduino**. จำนวน 1 หน้า. แหล่งที่มา http://playground.arduino.cc/Main/DHT11Lib.

R. Saider.cc. (2002). **Factors Affecting Refrigerator-Freezers Energy Consumption**. แหล่งที่มา http://eprints.um.edu.my/6915/1/Factors_affecting_refrigeratorfreezers_energy_consumption.pdf.