

การทดสอบโมเดลของระบบแนะนำภาพยนตร์โดยการทำเหมืองข้อความจากคำวิจารณ์ ของผู้ชม

MODEL TESTING FOR MOVIE RECOMMENDATION SYSTEM USING TEXT MINING FROM AUDIENCE COMMENTS

อุษนิษา เถาว์โท¹, ฉัฐเมศร์ พูลทรัพย์², เกียรติกุล เจียรนัยธนกิจ^{3*}, บัณฑิต พัสยา⁴
Usanisa Taoto¹, Chattamet Poonsub², Kietkul Jearanaitanakij^{3*}, Bundit Pasaya⁴

¹ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology of
Ladkrabang

²ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

²Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology of
Ladkrabang

³ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

³Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology of
Ladkrabang

⁴ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

⁴Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology of
Ladkrabang

*Corresponding author, E-mail: kietikul.je@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบแนะนำภาพยนตร์โดยการทำเหมืองข้อความจากคำวิจารณ์ของผู้ชม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการประมวลผลทางภาษาและการเรียนรู้ของเครื่องและทดลองสร้างโมเดลจำแนกข้อความภาษาไทยที่วิจารณ์ภาพยนตร์ออกมาเป็นแง่บวก โดยแบ่งออกเป็น 4 แง่บวก ได้แก่ นักแสดง, เสียง, ภาพหรือกราฟิก และภาพรวม และวิเคราะห์ความรู้สึกต่อแง่มุมนั้น ๆ เป็นแง่บวกและแง่ลบ โดยจะนำชุดข้อมูลที่ได้จากการให้อาสาสมัครที่ใช้ภาษาไทยทำการวิเคราะห์ข้อความแล้วนำชุดข้อมูลที่ใช้ฝึกไปคัดเลือกคำที่เป็นพีเจอร์แล้วฝึกโมเดลสำหรับวิเคราะห์แง่บวกของภาพยนตร์ด้วยอัลกอริทึม Decision tree และฝึกโมเดลวิเคราะห์ความรู้สึกของข้อความด้วยอัลกอริทึม Random forest ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลทั้งสองโมเดล จะนำชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบนำเข้าเพื่อให้โมเดลทำนายและสรุปผลของประสิทธิภาพการจำแนกแง่บวกและความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์แต่ละคลาสด้วย Confusion matrix เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดลจำแนกแง่บวกของภาพยนตร์ได้ประสิทธิภาพที่ดี ส่วนการจำแนกข้อความที่ให้ความรู้สึกมีประสิทธิภาพต่ำสำหรับข้อความที่เป็นความรู้สึกเชิงลบ

คำสำคัญ: เหมืองข้อความ การประมวลผลทางภาษา บทวิจารณ์ภาพยนตร์ ตัวจำแนก ต้นไม้ตัดสินใจ

ABSTRACT

The purpose of this research is to build two classifiers for categorizing audience's comments about the movie they viewed into various aspects and predicting the sentiments of those aspects. While the aspect of the movie can be classified into four classes, i.e., actor, graphic, sound and general, the sentiment of the aspect can be categorized into positive and negative feelings. We collected audience comments from ten volunteers and feed the training data to decision tree and random forest classifiers. The performance of each classifier model is shown in confusion matrices. The experimental results indicate that the performance of the aspect classifier is acceptable. Conversely, the performance of the sentiment model is quite low.

Keyword: text mining, aspect and sentiment analysis, movie reviews, classifier, decision tree

บทนำ

ภาพยนตร์คือการนำเสนอเรื่องราวที่นึกคิดให้เป็นเรื่องราวแปลกใหม่โดยนักประพันธ์หรือผู้กำกับและถูกแสดงในรูปของลำดับภาพ โดยเรื่องราวเหล่านั้นจะถูกปรับแต่งโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการสื่อสารระหว่างภาพยนตร์กับตัวผู้ชม เช่น เรื่องของอารมณ์และการบรรยายเรื่องราว ภาพยนตร์จะถูกทำให้อยู่ในความยาวตั้งแต่สิบนาทีไปถึงสองชั่วโมงหรือมากกว่านั้น คุณภาพของภาพยนตร์สามารถวัดได้จากหลาย ๆ ปัจจัยที่ปรากฏในตัวภาพยนตร์เอง ปัจจัยดังกล่าว ได้แก่ ตัวละครทั้งหมดในภาพยนตร์ ความสวยงามความอลังการของภาพและองค์ประกอบจากภาพยนตร์ เพลงและเสียงดนตรีรวมไปถึงความสมจริงของเสียงในภาพยนตร์ ซึ่งภาพยนตร์ทุกเรื่องเมื่อได้ทำการฉายไปแล้วนั้น เราจะสามารถเห็นบทวิจารณ์ของภาพยนตร์ได้ตามเว็บไซต์ออนไลน์เช่น IMDB หรือ Rotten tomato หรือพบได้ตามแฟนเพจ Facebook ที่วิจารณ์ภาพยนตร์ ซึ่งในบทวิจารณ์เราสามารถที่จะแยกแยะแง่มุมทั้งหมดของภาพยนตร์ออกมาสรุปว่ามีแง่มุมใดบ้าง เช่น นักแสดง เสียงประกอบและดนตรี ความสวยงามของภาพ และ ภาพรวมของภาพยนตร์ ซึ่งเมื่อผู้ที่ต้องการจะไปชมภาพยนตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผู้ชมมักจะอ่านบทวิจารณ์ตามช่องทางดังกล่าวก่อนที่จะรับชม

จากการศึกษาค้นคว้าแนวทางในการสร้างโมเดลพบว่า ได้มีการแยกแง่มุมและความรู้สึกของข้อความวิจารณ์ภาพยนตร์ที่เป็นภาษาอังกฤษ โดยการเลือกคำคุณศัพท์ (adjective) เป็นฟีเจอร์สร้างโมเดลแยกประเภทของแง่มุมภาพยนตร์และความรู้สึกด้วยอัลกอริทึม Support Vector Machine และ Max Entropy ตามลำดับ (Pannala, N. Nawarathna, C. and Jayakody, J, 2559) และมีการใช้คำจาก WordNet เป็นฟีเจอร์เพื่อสร้างโมเดลแยกข้อความวิจารณ์ภาพยนตร์ตามความรู้สึกด้วยอัลกอริทึม Naïve Bayes (Li, Z. Feng, J. and Xiao-Yan, Z, 2549) เพราะฉะนั้นระบบของเราจะทำการวิเคราะห์บทวิจารณ์หรือความคิดเห็นและแบ่งแง่มุมออกเป็น 4 อย่างดังที่กล่าวข้างต้นและแต่ละแง่มุมจะถูกตัดสินอีกครั้งว่าเป็นความรู้สึกเชิงบวกหรือเชิงลบ

ตารางที่ 1: แสดงรูปแบบทั้งหมดที่ระบบสามารถจำแนกได้เมื่อรวมทั้งการจำแนกแง่มุมของภาพยนตร์และการจำแนกความรู้สึก

ความรูสึก แง่มุม ของภาพยนตร์	แง่บวก	แง่ลบ
นักแสดง	นักแสดง, แ่บวก	นักแสดง, แ่ลบ
เสียง	เสียง, แ่บวก	เสียง, แ่ลบ
ภาพ / กราฟิก	ภาพ / กราฟิก, แ่บวก	ภาพ / กราฟิก, แ่ลบ
ภาพรวม	ภาพรวม, แ่บวก	ภาพรวม, แ่ลบ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอระบบที่สามารถคัดกรองบทวิจารณ์ออกได้โดยแบ่งประเภทออกตามตารางที่ 1 หลังจากนั้นเราจะทำการสรุปทุกความเห็นแล้วให้ผลลัพธ์นั้นออกมาอยู่ในรูปของคะแนน ซึ่งระบบนี้จะอ้างอิงจากผลลัพธ์ส่วนใหญ่ที่เราพบเห็นตามเว็บไซต์การวิจารณ์ภาพยนตร์ ซึ่งจะอยู่ในรูปของคะแนนเช่นกัน เพราะฉะนั้นเราจึงสรุปคะแนนออกเป็นแต่ละแง่มุมและตัดสินออกมาเป็นคะแนนในแต่ละแง่มุม โดยคะแนนจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-10

ในระบบจะมี 2 ฟังก์ชันในการที่จะแนะนำภาพยนตร์ให้กับผู้ชมภาพยนตร์ ฟังก์ชันแรกคือเราจะตัดสินจากภาพยนตร์ที่ผู้ชมกำลังรับชม อยู่โดยในส่วนที่แนะนำภาพยนตร์จะแนะนำภาพยนตร์ที่มีคะแนนใกล้เคียงกับภาพยนตร์ที่กำลังรับชมที่สุด โดยไล่ลำดับจากผลต่างที่น้อยที่สุดไปหาผลต่างที่มากที่สุด ฟังก์ชันที่สองเราจะทำการสร้างระบบคัดกรองโดยสามารถให้ผู้ชมสามารถตั้งกฎเกณฑ์ของคะแนนเพื่อคัดกรองภาพยนตร์ที่ต้องการรับชมได้ ยกตัวอย่างเช่น กรองภาพยนตร์ที่มีคะแนนด้านกราฟิกมากกว่า 8 คะแนนขึ้นไป เป็นต้น โดยสรุปแล้วระบบจะมีความสามารถในการที่จะแยกความเห็นหรือบทวิจารณ์ต่างๆ และทำสรุปออกมาในรูปของคะแนนที่เป็นตัวเลขเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบได้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

ทบทวนวรรณกรรม

การจัดทำระบบดังกล่าว ผู้วิจัยได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้สำหรับใช้ในการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural language processing)

เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาษาเพื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้น โดยมีข้อความหรือบทความใดๆ เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้า หลังจากนั้นจะผ่านกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การแยกคำจากข้อความ การหาประเภทของคำจากผลลัพธ์ที่ได้จากการแยกคำ การจัดการความเรียงร้อยของข้อมูล การนับความถี่ของคำสำคัญ ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการต่างๆ เพื่อที่จะเข้าสู่กระบวนการของ Machine Learning ต่อไปเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีหรือทำการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลนำเข้า (Bird, S. Kelein, E. and Loper, E., 2552) ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ไลบรารีภาษาไพธอน (python) ที่มีชื่อว่าไฟไทยเอ็นแอลพี (pythainlp) (วรรณพงษ์ ภัททิย์ไพบูลย์, 2560) ในการทำการประมวลผลภาษาธรรมชาติของระบบนี้ โดยได้ใช้การตัดคำ (Word tokenization) และการนับจำนวนคำที่มีในชุดข้อมูล รวมถึงการกำหนดหน้าที่ของคำ (part

of speech) (Sornlertlamvanich, V. and Phantachat, W., 2558). ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะทำไปใช้ในการจำแนกข้อมูล (classification) ต่อไป

Machine learning

เป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองของคอมพิวเตอร์ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ และการเรียนรู้แบบมีคนสอน (supervised learning) และการเรียนรู้แบบไม่มีคนสอน (unsupervised learning) ตามลำดับ ในระบบที่ได้ทำการวิจัยพบว่าเราจำเป็นต้องใช้ supervised learning ในการพัฒนาระบบ โดย supervised learning เราจะต้องทำการกำหนดข้อมูลนำเข้า เป็นข้อมูลชนิดใดก็ได้และกี่ฟีเจอร์ก็ได้ ซึ่งในระบบจะต้องใช้ความคิดเห็นเป็นข้อมูลนำเข้าและบอกคำตอบที่ถูกต้องของข้อมูลเหล่านั้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ หลังจากที่เรากำหนดเสร็จแล้วเราจะสามารถตรวจสอบความแม่นยำได้โดยการแบ่งข้อมูลที่นำเข้าที่กำหนดคำตอบเรียบร้อยแล้ว แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเราจะเอาไว้ฝึกโมเดลในระบบ อีกส่วนหนึ่งจะนำมาใช้วัดความแม่นยำในการตอบของโมเดล หลังจากนั้นเราสามารถสร้างฟังก์ชันที่รับข้อมูลนำเข้าอื่นๆแล้วนำเข้าโมเดลเพื่อให้โมเดลให้คำตอบตามที่เรารู้มา (Roger, S. and Girolami, M., 2555)

Bag of word

เป็นอัลกอริทึมที่ใช้สร้างฟีเจอร์ที่เกี่ยวกับการใช้การจำแนกประเภทของข้อความ (Text classification) โดยจะทำการรวบรวมคำที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ และนำคำเหล่านั้นมาทำการจำแนกประเภทของข้อความนั้นจะต้องผ่านกระบวนการประมวลผลภาษาธรรมชาติมาเพื่อรวบรวมคำทั้งหมดที่เกิดขึ้นและสร้างเป็น bag of word ได้ หลังจากนั้นเราสามารถลดจำนวนคำสำคัญลงเพื่อลดความซับซ้อนให้ระบบโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ Feature extraction และ Feature selection อย่างแรก Feature extraction จะนำคำที่ผ่านการคัดกรองมาในระดับหนึ่งมาสร้างกฎเพิ่มเติมหรือสมการใหม่เพื่อลดความซับซ้อนลงและสร้างออกมาเป็นฟีเจอร์ใหม่และอย่างที่สองคือ Feature selection คือการคัดเลือกฟีเจอร์โดยเป็นการคัดออกจากฟีเจอร์เดิมที่มี ไม่ต้องสร้างฟีเจอร์ใหม่

Decision Tree

เป็นอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกประเภทของข้อมูล (classification) เพื่อที่จะให้คำตอบโดยจะมีการกำหนดเงื่อนไข ในแต่ละเงื่อนไขจะเป็นตัวกำหนดว่าข้อมูลที่เข้ามาเป็นข้อมูลประเภทใด ถ้าตัดสินใจสามารถแบ่งได้จะได้ผลลัพธ์มา แต่ถ้าไม่ได้จะพิจารณาเงื่อนไขต่อไป ลำดับของเงื่อนไขเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการจำแนกประเภทของข้อมูลเช่นกัน

Entropy

เป็นค่าที่บ่งบอกว่าหากเกิดเหตุการณ์หนึ่งขึ้นจะเกิดคุณค่าของข้อมูลของเหตุการณ์นั้นมากน้อยเพียงใด ค่า Entropy สามารถนำมาคำนวณค่า Information gain เพื่อเป็นการวัดว่า หากจำแนกข้อมูลโดยใช้ฟีเจอร์ใดจะสามารถจำแนกข้อมูลออกมาได้ประสิทธิภาพดีหรือไม่ ค่า Information gain มักจะนำมาใช้ในกระบวนการคัดเลือกฟีเจอร์ (Feature selection)

Random forest

เป็นอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกประเภทของข้อมูล โดยการใช้ตัวจำแนกประเภทของข้อมูล (classifier) มากกว่า 1 ตัวในการจำแนกประเภท ซึ่งผลลัพธ์ของการจำแนกจะขึ้นอยู่กับเสียงส่วนใหญ่ของตัวจำแนกข้อมูลว่าจะจำแนกไปอยู่ที่ประเภทใด จำนวนของตัวจำแนกประเภทของข้อมูลควรเป็นจำนวนคี่ และผลลัพธ์ที่ได้จาก classifier ควรใช้ผลลัพธ์ที่เป็นเอกฉันท์ ยกตัวอย่างเช่นถ้าใช้ classifier ทั้งหมด 7 ตัวในการ

จำแนกประเภทข้อมูล ผลลัพธ์จาก classifier จะต้องตอบเหมือนกันอย่างน้อย 5 ตัวหรือ 70% ขึ้นไป เราจึงจะสามารถใช้คำตอบนี้ในการทำนายระบบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาโมเดลของการประมวลผลทางภาษา (Natural language processing) และนำไปประยุกต์ใช้ในในระบบวิเคราะห์คำวิจารณ์ภาพยนตร์
2. เพื่อให้ผู้ใช้งานได้มีประสบการณ์ในการใช้ระบบวิจารณ์ภาพยนตร์แบบใหม่ที่สามารถแยกคำวิจารณ์ออกมาเป็นประเด็นได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้จะเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการวิจารณ์ภาพยนตร์ โดยทำการสุ่มเลือกข้อความออกมาเป็นลักษณะของประโยคซึ่งมีทั้งประโยคความเดียว ประโยคความซ้อนและประโยคความรวมเก็บเป็นชุดข้อมูล (dataset) จำนวน 400 ข้อความ และให้อาสาสมัครจำนวน 10 คน ซึ่งทั้งหมดใช้ภาษาไทยเป็นภาษาแม่ (native language) และเป็นภาษาหลักที่ใช้ในการสื่อสารในชีวิตประจำวัน อ่านประโยคและทำการตอบคำถามว่าประโยคดังกล่าวกล่าวถึงแง่มุมใดของภาพยนตร์และพิจารณาว่าประโยคดังกล่าวแสดงการตำหนิหรือชื่นชม คำตอบที่อาสาสมัครเลือกมากที่สุดอย่างเป็นเอกฉันท์จะถือว่าเป็นคำตอบแง่มุมและความรู้สึกของข้อความนั้น ๆ

การเลือกคำสำคัญ (keyword)

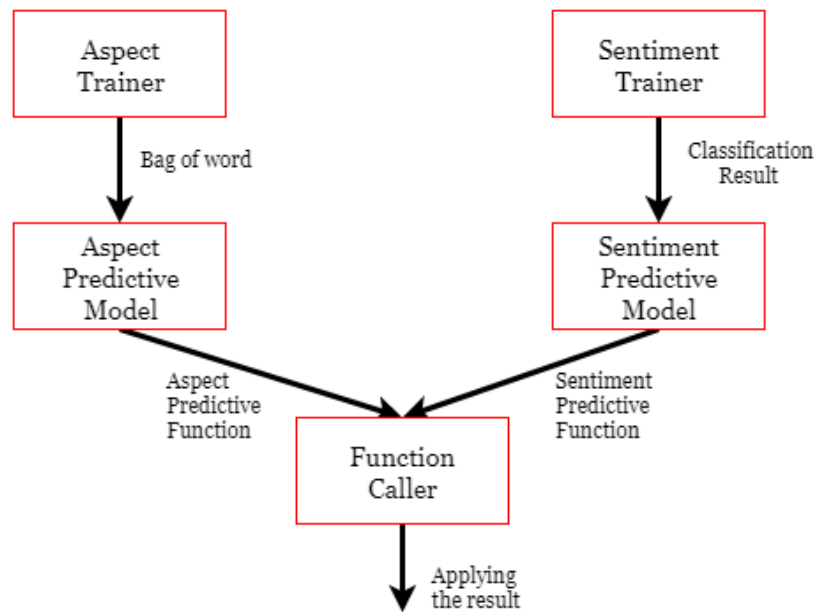
การเลือกคำสำคัญ (keyword) เพื่อนำมาใช้เป็นคำใน Bag of word ในการทำนายแง่มุมของและเป็นฟีเจอร์สำหรับทำนายความรู้สึก โดยการนำข้อความในชุดข้อมูลมาทำตัดคำ หาหน้าที่ของคำแต่ละคำ ตัดคำที่ไม่จำเป็นออกไปเช่น คำบุพบท คำสันธาน (วิจิตรน ภาณุพงศ์, 2520) จากนั้นนำคำที่เหลือใช้การคำนวณค่า Information gain เพื่อพิจารณาว่าคำใดควรถูกคัดเลือกให้เป็นคำสำคัญจากคำทั้งหมดที่มีในชุดข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การแบ่งข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งชุดข้อมูลจำนวน 400 instances โดยแบ่ง 300 instances ไว้สำหรับใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับการฝึก (training set) และอีก 100 instances เป็นชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบความแม่นยำของโมเดลทั้ง 2 โมเดล ได้แก่ โมเดลที่ใช้ทำนายแง่มุมของภาพยนตร์ (Aspect predictive model) และโมเดลที่ใช้ทำนายความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์ (Sentiment predictive model)

การออกแบบ

การออกแบบระบบเราจะอ้างอิงจากการแบ่งประเภทของความคิดเห็นโดยแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ แง่มุมของภาพยนตร์ (aspect) และความรู้สึก (sentiment) โดยมีโมเดลจะถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้



ภาพที่ 1: ระบบทำนายแง่มุมของภาพยนตร์และทำนายความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์

โมเดลนี้ได้ถูกออกแบบขึ้นโดยอ้างอิงจากพีเจอร์ที่ทางผู้วิจัยคาดหวังให้ผลลัพธ์ออกมา โดยแบ่งเป็น 2 หน้าที่หลัก คือ ส่วนที่ใช้ในการฝึกโมเดล ได้แก่ Aspect trainer, Sentiment trainer และส่วนเรียกใช้โมเดล ได้แก่ Aspect predictive model, Sentiment predictive model และ Function caller ส่วนประกอบดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. Aspect trainer ในส่วนนี้เราจะทำการคัดเลือกคำสำคัญที่จะนำมาตัดสินข้อความหรือความคิดเห็น โดยในโมดูลดังกล่าวจะทำการตัดคำที่ได้จากข้อมูลความคิดเห็นและนับความถี่ของคำทั้งหมดที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นทำการตัดคำที่ไม่จำเป็นออกไปและเก็บคำสำคัญส่งผลต่อแง่มุมภาพยนตร์เอาไว้ ซึ่งผลลัพธ์จะเป็นคำที่แยกประเภทตามแง่มุมของภาพยนตร์ ได้แก่ นักแสดง ภาพ/กราฟิก เสียงประกอบและองค์ประกอบโดยรวม

2. Sentiment trainer ส่วนนี้จะทำหน้าที่คล้าย ๆ กับ Aspect trainer คือการคัดเลือกคำสำคัญมาตัดสินข้อความหรือความคิดเห็นตามประเภทของความรู้สึก ซึ่งแบ่งออกเป็นความรู้สึกที่เชิงบวกและความรู้สึกเชิงลบ ในส่วนนี้จะใช้ตัวจำแนกประเภท (Classifier) ทั้งหมด 7 ตัว ได้แก่ Naïve Bays, Multinomial Naïve Bays, Bernoulli Naïve Bays, Logistic regression, Linear support vector classification, Stochastic gradient descent และ Nu-Support vector classification

3. Aspect predictive model คือส่วนที่ใช้ผลลัพธ์ที่เราได้จาก Aspect trainer ที่อยู่ในรูปของชุดคำ (Bag of word) โดยในส่วนนี้จะใช้การตัดคำเพื่อแยกคำของความคิดเห็นที่นำมาทดสอบและทำเข้าสู่กระบวนการจำแนกด้วย decision tree เพื่อทำนายว่าข้อความนั้นกล่าวถึงแง่มุมใดของภาพยนตร์

4. Sentiment predictive model คือส่วนที่ใช้ผลลัพธ์ที่เราได้จาก Sentiment trainer ในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดใด ๆ ที่ได้รับมาเพื่อแสดงผลออกมาเป็นความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์ ในส่วนนี้จะใช้ random forest ซึ่งประกอบด้วยตัวจำแนกประเภท (classifier) หลายตัวซึ่งจะแสดงผลซึ่งเป็นเสียงส่วนใหญ่

5. Function caller คือส่วนที่เราจะนำฟังก์ชันจาก Aspect predictive model และ Sentiment predictive model มาประยุกต์ใช้กับส่วนอื่น ๆ ของระบบ เช่น การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาเป็นข้อมูลนำเข้าและแสดงผลลัพธ์ทั้ง 2 ประเภท

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ชุดข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลใช้สำหรับฝึกและชุดข้อมูลสำหรับทดสอบโมเดล สำหรับชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับฝึกจะมีจำนวนคำตอบของแง่บวกและความรู้สึกตามตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า จำนวนคำตอบในแต่ละคลาสมีจำนวนไม่เท่ากัน กล่าวคือ แง่บวกที่เป็นภาพรวมในชุดข้อมูลที่ใช้ฝึกมีจำนวนมากเมื่อเทียบกับแง่บวกอื่นๆ ส่วนจำนวนคลาสของความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์ความรู้สึกแง่บวกจะมีจำนวนมากกว่าแง่ลบ ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการจำแนกประเภทได้

ตารางที่ 2: แสดงจำนวนคำตอบของแง่บวกภาพยนตร์ (aspect) และคำตอบของความความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์ (sentiment) จาก training set

ความรู้สึก แง่บวก ของภาพยนตร์	แง่บวก	แง่ลบ
นักแสดง	52	9
เสียงประกอบ	27	3
ภาพ/กราฟิก	44	10
ภาพรวม	117	38

ส่วนที่ 1 การทดสอบความแม่นยำของการแยกประเภทของแง่บวกภาพยนตร์ (Aspect predictive model) สามารถสรุปการทดสอบได้เป็น Confusion matrix ตามตารางที่ 3 โดยให้ในแถวเป็นคลาสที่เป็นคำตอบจริง (actual) แนวคอลัมน์เป็นคลาสที่ทำนายมาได้ (predicted)

ตารางที่ 3: Confusion matrix แสดงผลการทดสอบเมื่อจำแนกแง่บวกของภาพยนตร์ด้วย Aspect predictive model

predicted actual	นักแสดง	เสียงประกอบ	ภาพ/กราฟิก	ภาพรวม
นักแสดง	12	0	1	6
เสียงประกอบ	1	10	0	0
ภาพ/กราฟิก	0	1	13	7
ภาพรวม	8	6	8	27

จาก Confusion matrix ที่แสดงในตารางที่ 3 สามารถอธิบายประสิทธิภาพในการทำนายของแต่ละคลาสได้ อาทิเช่น จำนวนข้อมูลที่ทดสอบมีแ่งมูนักแสดงทั้งหมด 19 instances โมเดลทำนายออกมาเป็นแ่งมูนักแสดง เสียงประกอบ ภาพ/กราฟิก และภาพรวมเป็น 12, 0, 1 และ 6 instances ตามลำดับ จากตารางที่ 3 พบว่า การจำแนกแ่งมูนที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับภาพรวมทำนายถูกมากที่สุดแต่ก็ทำนายผิดมากที่สุดเช่นกัน ส่วนแ่งมูนเกี่ยวกับเสียงทำนายผิดน้อยที่สุดคือทำนายออกมาเป็นแ่งมูนเกี่ยวกับเสียง 10 instances ซึ่งถือว่าทำนายถูกและทำนายผิดเป็นแ่งมูนักแสดงเพียงแค่ 1 instance เท่านั้น

ส่วนที่ 2 การทดสอบความแม่นยำของการแยกประเภทของความรู้สึกด้วย Sentiment predictive model) สามารถสรุปการทดสอบได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: Confusion matrix แสดงผลการทดสอบเมื่อแยกประเภทของความรู้สึกด้วย Sentiment predictive model

predicted \ actual	แ่งบวก	แ่งลบ
แ่งบวก	70	5
แ่งลบ	17	8

สำหรับ Confusion matrix ที่ปรากฏในตารางที่ 4 พบว่าในการทำนายคลาสที่เป็นความรู้สึกแ่งบวกทำได้ดี แต่ในแ่งลบนั้นมีความแม่นยำที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสืบเนื่องจากจำนวนข้อใช้ฝึกโมเดลมีจำนวนคลาสที่เป็นแ่งลบมีจำนวนน้อยส่งผลให้การทำนายข้อความที่เป็นแ่งลบมีประสิทธิภาพที่ไม่ดี

ส่วนที่ 3: การทดสอบความแม่นยำของการจำแนกทั้งแ่งมูนของภาพยนตร์และความรู้สึกที่มีต่อภาพยนตร์ด้วย Function caller

ตารางที่ 5: Confusion matrix แสดงผลการทดสอบด้วย function caller

predicted \ actual	นักแสดง แ่งบวก	นักแสดง แ่งลบ	เสียง แ่งบวก	เสียง แ่งลบ	ภาพ/ กราฟิก แ่งบวก	ภาพ/ กราฟิก แ่งลบ	ภาพรวม แ่งบวก	ภาพรวม แ่งลบ
นักแสดง, แ่งบวก	9	0	0	0	6	0	1	0
นักแสดง, แ่งลบ	4	0	0	0	0	1	0	0
เสียง, แ่งบวก	0	0	11	1	5	0	0	0
เสียง, แ่งลบ	1	0	0	0	1	0	0	0
ภาพ/กราฟิก, แ่งบวก	7	1	5	0	13	3	4	0
ภาพ/กราฟิก, แ่งลบ	0	0	2	1	7	4	1	1
ภาพรวม, แ่งบวก	0	0	1	0	0	0	8	0
ภาพรวม, แ่งลบ	0	0	0	0	0	0	1	1

จากผลการทดสอบความแม่นยำจาก Confusion matrix ในตารางที่ 5 พบว่าการใช้ Function caller เพื่อทำนายแ่งมุมและความรู้สึกพร้อมกับในบางคลาสทำนายไม่ถูกต้องได้แก่ ข้อความที่กล่าวถึงนักแสดงในแง่ลบและข้อความที่กล่าวถึงเสียงประกอบในแง่ลบ สาเหตุเป็นเพราะจำนวนข้อมูลที่เป็นแ่งมุมนักแสดงและเสียงมีน้อย ประกอบกับการทดสอบการทำนายความรู้สึกในแง่ลบนั้นมีประสิทธิภาพที่ไม่ดี ซึ่งดูได้จาก Confusion matrix ในตารางที่ 4

สรุป

ผลการสรุปการศึกษาวิจัยเรื่อง “ระบบแนะนำภาพยนตร์โดยการทำเหมืองข้อความจากคำวิจารณ์ของผู้ชม” สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่าการทดสอบการแยกประเภทของข้อความวิจารณ์ภาพยนตร์ออกเป็นแ่งมุมและแบ่งตามความรู้สึกนั้น พบว่าโดยรวมโมเดลจำแนกแ่งมุมของภาพยนตร์ทำได้ดี แต่ในการจำแนกข้อความที่ให้ความรู้สึกเชิงลบยังมีประสิทธิภาพต่ำ

ข้อจำกัดของโมเดลสำหรับแยกประเภทของข้อความวิจารณ์ภาพยนตร์ออกเป็นแ่งมุมและความรู้สึกมีประสิทธิภาพไม่ดีในบางประเภท อาทิเช่น ในตารางที่ 2 จำนวนบทวิจารณ์ในแ่งบวกมีจำนวนมากกว่าแ่งลบ จึงส่งผลให้การทำนายบทวิจารณ์ในแ่งบวกมีความแม่นยำมากกว่าในแง่ลบ ดังนั้นการทำนายความรู้สึกแ่งลบอาจจะต้องใช้จำนวนบทวิจารณ์ให้เทียบเท่ากับจำนวนคำวิจารณ์ที่มีแ่งลบบวก ในส่วนของคำสำคัญที่เลือกมาเป็นพีเจอร์สำหรับฝึกโมเดลจำแนกแ่งมุมหรือความรู้สึกให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรจะเป็นคำที่อาสาสมัครเห็นด้วยทุกคนหรืออย่างน้อยต้องมากเกินร้อยละ 70 เพราะหากเป็นเป็นคำที่อาสาสมัครเห็นด้วยในอัตราส่วนที่น้อยกว่านั้นอาจจะเป็นข้อความที่มีเนื้อหาประชด เช่น “หนังเรื่องนี้ผู้กำกับยังคงรักษามาตรฐานไว้ดังเดิม” สามารถตีความได้ทั้งแ่งบวกและแ่งลบ ซึ่งอาจทำให้การจำแนกประเภทเกิดความผิดพลาดได้ สิ่งที่ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถปรับปรุงได้อีกในอนาคตโดย การปรับเปลี่ยนคำที่ใช้เป็นพีเจอร์ในโมเดลจำแนกข้อมูล รวมถึงการปรับเปลี่ยนอัลกอริทึมในการสร้างโมเดลเพื่อให้ประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลในแต่ละคลาสทำได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- วิจินตน์ ภาณุพงศ์. (2520). *โครงสร้างภาษาไทย : ระบบไวยากรณ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรรณพงษ์ ภัททิย์ไพบูลย์. (2560). *คู่มือการใช้งาน PyThaiNLP 1.5*. สืบค้น Online <https://github.com/PyThaiNLP/pythainlp> เมื่อ มีนาคม 2561.
- Bird, S. Kelein, E. and Loper, E. (2552). *Natural Language Processing with Python*. California: O'Reilly Media, Inc.
- Li, Z. Feng, J. and Xiao-Yan, Z. (2549). *Movie Review Mining and Summarization*. Beijing: Tsinghua University.
- Pannala, N. Nawarathna, C. and Jayakody, J. (2559). *Supervised Learning Based Approach to Aspect Base Sentiment Analysis*. Malabe: Sri Lanka Institute of Information Technology.
- Roger, S. and Girolami, M. (2555). *A First Course in Machine Learning*. Florida: CRC Press.
- Sornlertlamvanich, V. and Phantachat, W. (2558). *Thai Part-of-Speech Tagged Corpus*. Bangkok: National Electronics and Computer Technology Center.

การประมาณสีโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยด้วยการเรียนรู้เชิงลึก

COLOR ESTIMATION USING REGRESSION ANALYSIS WITH DEEP LEARNING

ปริญญญา สงวนสัตย์
Parinya Sanguansat

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management
Corresponding author, E-mail: parinyasan@pim.ac.th

บทคัดย่อ

สีเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ เช่น สิ่งก่อสร้าง สินค้า งานศิลป์ ในยุคดิจิทัลงานสร้างสรรค์เหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกออกแบบขึ้นจากคอมพิวเตอร์ การเลือกใช้สีให้ตรงความต้องการของผู้ออกแบบเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสีของชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์กับสีต้นฉบับที่ออกแบบไว้ในคอมพิวเตอร์มักมีความแตกต่างกัน บทความนี้นำเสนอวิธีการประมาณสีระหว่างสีต้นฉบับ (แสงสี) และสีของวัตถุ (สารสี) ที่ผลิตจากสีต้นฉบับนั้น การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมในปัญหานี้ เนื่องจากค่าความเข้มแสงเป็นค่าต่อเนื่อง แต่การวิเคราะห์การถดถอยแบบมาตรฐานได้ค่าความผิดพลาดค่อนข้างสูง บทความนี้จะนำเสนอการเรียนรู้เชิงลึกด้วยโครงข่ายแบบสังวัตนาการเพื่อการประมาณสี โดยเปรียบเทียบกับวิธีการถดถอยแบบมาตรฐานชนิดต่างๆ ทั้งแบบเชิงเส้นและพหุนาม รวมทั้งแบบที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น จากผลการทดลองพบว่าโครงข่ายแบบสังวัตนาการที่นำเสนอมีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 0.00237 ซึ่งดีกว่าการวิเคราะห์การถดถอยแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ที่ได้ผลเป็นอันดับสองมีค่าความถูกต้องมากกว่าถึง 2 เท่า

คำสำคัญ: การประมาณสี การวิเคราะห์การถดถอย การเรียนรู้เชิงลึก โครงข่ายแบบสังวัตนาการ

ABSTRACT

Color is the essential factor in creations (building, goods, artwork, etc.). In digital era, most of these items were designed by computer. To find out the exact color that is right for designer is very important because the color of the finished product is not the same as the original color designed in computer. This paper proposes the novel color estimation between light colors that use in design and pigment colors that use in production. The regression analysis is one of the solution for this problem because the light intensity is continuous value, but the traditional methods provided high error. In this paper, deep convolutional neural network was proposed for color estimation and compare with the traditional regression analysis methods, including linear, polynomial and multilayer perceptron. The experimental results showed that the proposed method provided the best mean square error of 0.00237 that is twice better than multilayer perceptron that is the second best.

Keywords: Color Estimation, Convolutional Network, Deep Learning, Regression Analysis

บทนำ

สีเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบสร้างวัตถุต่างๆ การเลือกสีให้ตรงตามความต้องการเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้ความแตกต่างระหว่างแสงสีที่ใช้ในการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์และสารสีที่ใช้ในการผลิตวัตถุมีมากแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม สารสีจำเป็นต้องผ่านอุปกรณ์นำเข้าภาพเพื่อเข้ามาวิเคราะห์ในคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสีและสารสีที่ผ่านอุปกรณ์นำเข้าภาพสามารถนำมาใช้ในการประมาณสีได้

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการประมาณสีระหว่างแสงสีและสารสีที่ผ่านอุปกรณ์นำเข้าภาพมาได้ การวิเคราะห์การถดถอยมีหลายวิธี โดยวิธีการพื้นฐานที่นำมาเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้น การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนามดีกรีต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron)

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นวิธีการในสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มีการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอย หนึ่งในโครงข่ายที่ได้รับความนิยมในการเรียนรู้เชิงลึก ได้แก่ โครงข่ายประสาทสังวัตนาการ (Convolutional Neural Network: CNN) (Lecun, Bottou, Bengio, & Haffner, 1998) ซึ่งประสบความสำเร็จอย่างมากสำหรับข้อมูลป้อนเข้าที่เป็นภาพ (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012; Szegedy et al., 2015) รวมถึงภาพสี ได้ประสิทธิภาพที่ดีในการรู้จำสีของรถยนต์ (Rachmadi & Purnama, 2015) ซึ่งงานวิจัยนี้ยังพบว่าปริภูมิสีแบบสีแดง เขียว น้ำเงิน (RGB) ได้ผลการรู้จำที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับปริภูมิสีอื่น ๆ แต่การรู้จำสีในงานวิจัยนี้จำกัดอยู่ทั้งหมด 8 สี โดยกำหนดให้โครงข่ายขาออกมีทั้งหมด 8 ปมตามจำนวนสีโดยใช้ Softmax เป็นฟังก์ชันที่ได้จะเป็นค่าความน่าจะเป็นของแต่ละสี ไม่ใช่ค่าของความเข้มแสงของสีที่ต้องการวิจัยในบทความนี้

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณสีโดยใช้โครงข่ายประสาทสังวัตนาการ ร่วมกับชั้นรวมแบบค่าเฉลี่ย (Average Pooling) การทำ Batch Normalization (Ioffe & Szegedy, 2015) เพื่อสร้างโครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับการประมาณสี จากการทดสอบโครงข่ายที่นำเสนอเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานที่กล่าวมาพบว่า วิธีการที่นำเสนอได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด

การวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้น

สีโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในปริภูมิสีแบบ RGB หรือแม่สีแดง เขียว และน้ำเงิน ดังนั้นตัวแปรอิสระ ($\mathbf{x}$) และตัวแปรตาม ($\mathbf{y}$) ในการประมาณค่าจะเป็นเวกเตอร์ขนาด 3 มิติ ดังนี้

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{bmatrix} \quad (1)$$

โดย r' คือ ค่าความเข้มแสงสีแดงของสีวัตถุที่ผ่านอุปกรณ์รับภาพ
 g' คือ ค่าความเข้มแสงสีเขียวของสีวัตถุที่ผ่านอุปกรณ์รับภาพ
 b' คือ ค่าความเข้มแสงสีน้ำเงินของสีวัตถุที่ผ่านอุปกรณ์รับภาพ

และ

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} \quad (2)$$

โดย r คือ ค่าความเข้มแสงสีแดงของแสงสีต้นฉบับ
 g คือ ค่าความเข้มแสงสีเขียวของแสงสีต้นฉบับ
 b คือ ค่าความเข้มแสงสีน้ำเงินของแสงสีต้นฉบับ

ดังนั้นการถดถอยเชิงเส้นสามารถเขียนเป็นสมการในรูปแบบเมทริกซ์ได้ดังสมการ

$$\mathbf{y} = \mathbf{R} \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

โดย $\mathbf{R}$ คือ เมทริกซ์ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

เพื่อความง่ายในการหาผลเฉลยของสมการจึงทำการแต่งเติม 1 ให้ $\mathbf{x}$ เพื่อเพิ่มความเอนเอียง (Bias) และผลเฉลยของเมทริกซ์ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้ดังนี้

$$\mathbf{R} = \mathbf{yX}^T (\mathbf{XX}^T)^{-1} \quad (4)$$

โดย $\mathbf{X} = [\mathbf{x} \ 1]^T$

การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนาม

การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนาม สามารถหาผลเฉลยของเมทริกซ์ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้ด้วยวิธีเดียวกันกับสมการที่ (4) แต่ทำการเปลี่ยนค่าตัวแปร $\mathbf{X}$ ตามวิธีการที่ต้องการดังนี้

$$\mathbf{X} = [\mathbf{x}^n \ \mathbf{x}^{n-1} \ \dots \ \mathbf{x}^{n-n} \ 1]^T \quad (5)$$

โดย n คือ ดีกรีของพหุนามที่ต้องการ ซึ่งในบทความนี้จะทดลองตั้งแต่ดีกรี 2 ถึง 19 เพื่อหาค่าดีกรีที่เหมาะสม

การวิเคราะห์การถดถอยด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์การถดถอยได้ โดยมักนิยมใช้โครงข่ายแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ซึ่งมีจำนวนชั้นไม่มากนักเนื่องจากปัญหาการหายไปของค่าเกรเดียนต์ บทความนี้ได้ทดลองใช้หลายแบบพบว่าโครงสร้างที่ได้ผลดีประกอบด้วย 2 ชั้นหลักดังแสดงในตารางที่ 1 คือ ประกอบด้วยชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully Connected Layer) จำนวนสองชั้นที่มีฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Rectified Linear Unit (ReLU) ดังสมการที่ (6) ทั้งนี้จากการทดลองพบว่าการใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์หรือฟังก์ชันลักษณะอื่นที่มีลักษณะการจำกัดขอบเขตบนทำให้ค่าที่ได้จะวิ่งเข้าหาค่าที่เป็นแม่สีปฐมภูมิและทุติยภูมิเกือบทั้งหมด

$$f(x) = \max(0, x) \quad (6)$$

แต่เนื่องจากการนำข้อมูลดิบซึ่งเป็นเทนเซอร์อันดับสามมาทำให้แบน (Flattening) จะมีจำนวนปมขาเข้าสูงมากเกินไปจนความจำเป็น ดังนั้นในบทความนี้จึงใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละช่องสีเพื่อลดจำนวนปมขาเข้าเหลือเพียง 3 ปม ตามจำนวนช่องสีแดง เขียว และน้ำเงิน ส่วนจำนวนปมในชั้นซ่อนได้จากการทดลองเปลี่ยนจำนวนหลายกรณีพบว่าจำนวนประมาณ 48 ปม ได้ผลดีที่สุด

ตารางที่ 1: โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการถดถอย

ชั้นที่	ชนิด	พารามิเตอร์
1	ชั้นป้อนเข้า (Input)	ขนาด 28 x 28 x 3
2	ชั้นรวมแบบค่าเฉลี่ย (Average Pooling)	Kernel ขนาด 28x28
3	ชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully Connected Layer)	48 โหนด
4	ReLU	-
5	ชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully Connected Layer)	3 โหนด
6	ReLU	-

วิธีการที่นำเสนอ

หนึ่งในโครงข่ายที่นิยมที่สุดสำหรับการเรียนรู้แบบลึกคือโครงข่ายประสาทสังวัตนาการ โดยบทความนี้ได้นำเสนอโครงสร้างของโครงข่ายที่ประกอบด้วยชั้นสังวัตนาการ (Convolutional Layer) ซึ่งจากการทดลองหลายโครงสร้างในงานวิจัยนี้พบว่า โครงสร้างที่เหมาะสมกับการประมาณสีประมาณด้วยชั้นสังวัตนาการจำนวน 2 ชั้น โดยชั้นสังวัตนาการชั้นแรกกำหนดให้มีจำนวนช่อง 10 ช่องโดยแต่ละช่องใช้เคอร์เนลขนาด 5 x 5 ตามด้วยชั้นรวมค่าเฉลี่ย (Average Pooling) และ Batch Normalization และผ่านฟังก์ชันกระตุ้นแบบ ReLU จากนั้นทำการ Dropout (Srivastava, Hinton, Krizhevsky, Sutskever, & Salakhutdinov, 2014) ด้วยความน่าจะเป็น 0.5 ส่วนในชั้นสังวัตนาการที่ 2 คล้ายกับชั้นแรกแต่ลดเหลือ 5 ช่องและไม่มีการใช้ Batch Normalization เมื่อผ่านชั้นสังวัตนาการทั้งสองจะเป็นชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully connected Layer) แบบเดียวกับที่ใช้ในเพอร์เซพตรอนหลายชั้น โดยในที่นี้จะใช้ 2 ชั้นโดยมีจำนวน 10 ปม และชั้นขาออกจำนวน 3 ปมเท่ากับจำนวนช่องสีในปริภูมิ RGB ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 จากการทดลองพบว่าฟังก์ชันกระตุ้นแบบที่มีลิมิตบนจะทำให้ค่าสีคู่เข้าค่าแม่สีปฐมภูมิและทุติยภูมิเช่นเดียวกัน สำหรับอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลอย่างมากในการเรียนรู้คืออัตราการเรียนรู้โดยจากการทดลองพบว่า การกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้แบบคงที่ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ดี จำเป็นต้องมีการลดทอนค่าลงเมื่อจำนวน epoch มากขึ้น

ตารางที่ 2: โครงข่ายที่นำเสนอ

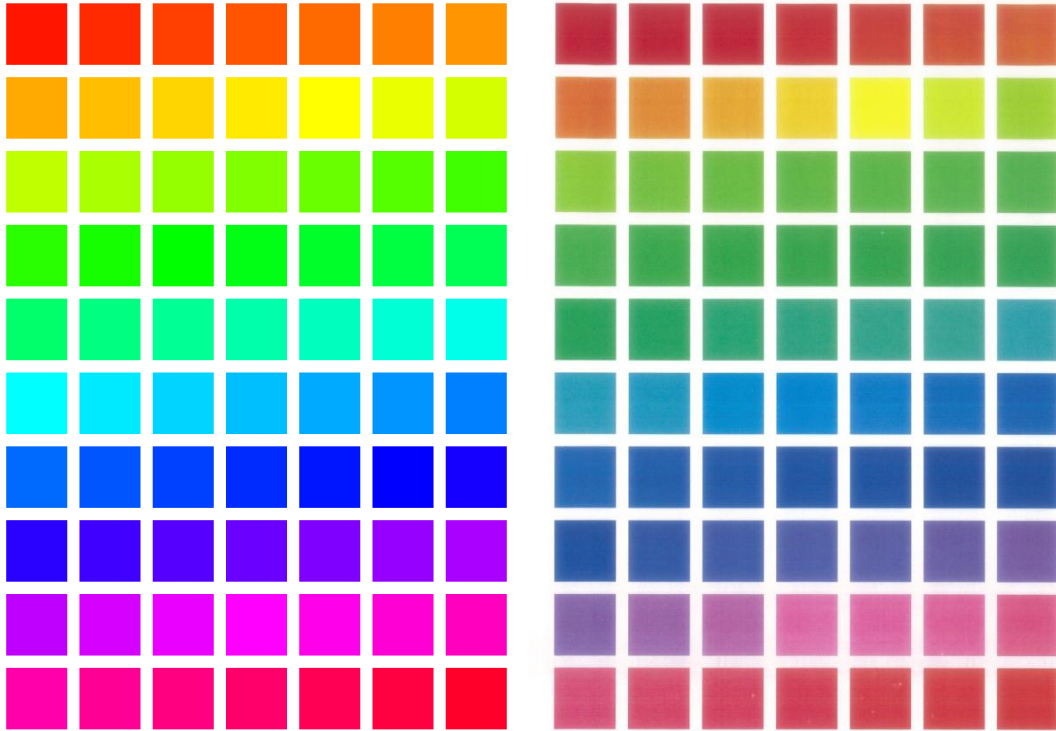
ชั้นที่	ชนิด	พารามิเตอร์
1	ชั้นป้อนเข้า (Input)	ขนาด 28 x 28 x 3
2	ชั้นสังวัตนาการ (Convolutional Layer)	Kernel ขนาด 5 x 5 จำนวน 10 ช่อง
3	ชั้นรวมแบบค่าเฉลี่ย (Average Pooling)	Kernel ขนาด 2 x 2
4	Batch Normalization	-
5	ReLU	-
6	Dropout	$P_{\text{Dropout}} = 0.5$
7	ชั้นสังวัตนาการ (Convolutional Layer)	Kernel ขนาด 5 x 5 จำนวน 5 ช่อง
8	ชั้นรวมแบบค่าเฉลี่ย (Average Pooling)	Kernel ขนาด 2 x 2
9	ReLU	-
10	Dropout	$P_{\text{Dropout}} = 0.5$
11	ชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully Connected Layer)	10 โหนด
12	ReLU	-
13	ชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully Connected Layer)	3 โหนด
14	ReLU	-

ผลการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเป็นการสร้างตารางสีโดยการทำการเรียงสีด้วยปริภูมิ HSV (Hue-Saturation-Value) ซึ่งมีลักษณะดังภาพที่ 1 รูปซ้าย และทำการพิมพ์บนกระดาษขาวขนาด 70 ปอนด์ จากนั้นนำเข้าคอมพิวเตอร์ด้วยเครื่องกราฟภาพได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 1 รูปขวาซึ่งจะเห็นได้ว่าสีแตกต่างกันอย่างชัดเจน การเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์การถดถอยทำโดยการเลือกจุดภาพบริเวณสีแต่ละสีขนาด 28 x 28 โดยจะทำการวิเคราะห์ในปริภูมิสี RGB ดังนั้น ข้อมูลป้อนเข้าจะเป็นเทนเซอร์ขนาด 28 x 28 x 3 ที่ผ่านการเปลี่ยนค่าจากจำนวนเต็ม 256 ระดับให้เป็นค่าจำนวนจริงที่อยู่ในช่วง [0, 1] โดยจะนำไปวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบเชิงเส้น แบบพหุนามดีกรี 2 ถึงดีกรี 19 และแบบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อเปรียบเทียบผลด้วยค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) ดังแสดงในสมการที่ (7)

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i - b_i)^2 \quad (7)$$

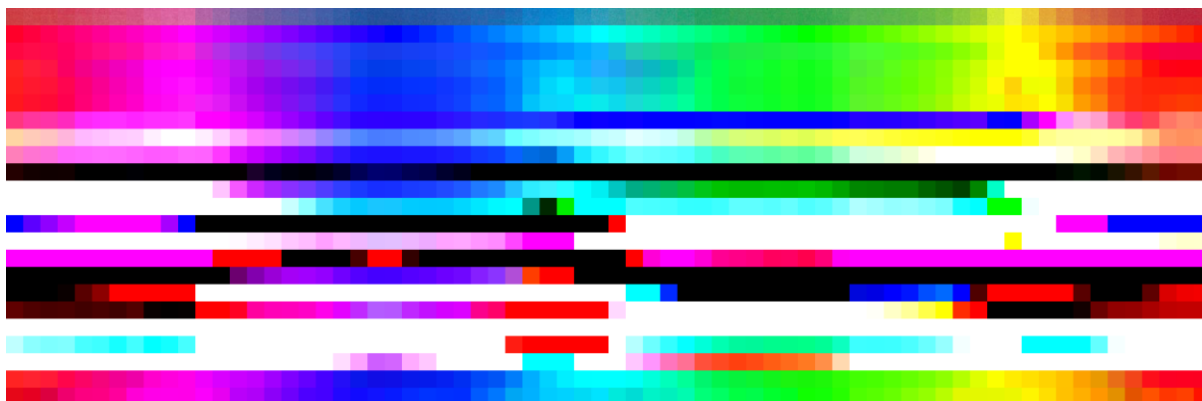
โดย a_i และ b_i เป็นสมาชิกของเวกเตอร์ $\mathbf{a}$ และ $\mathbf{b}$ ตามลำดับ



ภาพที่ 1: ตัวอย่างสีที่ใช้ในการทดลองจำนวน 70 สี โดย รูปด้านซ้ายเป็นสีต้นฉบับ และ รูปด้านขวาเป็นสีของวัตถุที่นำเข้าคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์รับภาพ

อย่างไรก็ตามสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบเชิงเส้น แบบพหุนาม และแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ไม่รองรับการป้อนเข้าด้วยเทนเซอร์อันดับ 3 ซึ่งเป็นข้อมูลดิบทำให้ต้องทำการแปลงข้อมูลให้ง่ายต่อการวิเคราะห์โดยการใช้ค่าเฉลี่ยของสีทั้ง 28×28 จุดภาพแทนตัวแปรอิสระดังสมการที่ (1) ก่อน โดยใช้กรณีของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้นจะใช้ชั้นรวมค่าเฉลี่ย ดังระบุโครงสร้างไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์การถดถอย ส่วนโครงข่ายแบบสังวัตนาการที่นำเสนอสามารถรับตัวแปรอิสระเป็นข้อมูลดิบที่เป็นเทนเซอร์อันดับ 3 ได้ โดยโครงสร้างของโครงข่ายแบบสังวัตนาการที่นำเสนอแสดงในตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์การถดถอยทั้งหมดถูกแสดงเปรียบเทียบในภาพที่ 2 โดยเพื่อให้แสดงผลได้ค่าที่มากกว่า 1 จะกำหนดให้เท่ากับ 1 และค่าที่น้อยกว่า 0 จะกำหนดให้เท่ากับ 0 จากนั้นปรับเป็น 256 ระดับพบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนามตั้งแต่ดีกรี 5 ขึ้นไปสีที่ได้มีความผิดเพี้ยนมากไม่สามารถใช้งานได้ และพหุนามดีกรี 4 ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของแบบพหุนามทั้งหมดเมื่อนำสีที่ได้เฉพาะกรณีที่ดีที่สุดของแต่ละแบบมาแสดงรวมกันเพื่อเปรียบเทียบดังภาพที่ 3 พบว่าการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นทำได้ดีในช่วงสีแดง และสีม่วงแดง นอกนั้นแสดงสีได้ไม่ถูกต้อง ส่วนการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนามดีกรี 4 ได้ผลดีในช่วงสีแดง สีม่วงแดง สีนํ้าเงิน และสีเขียว แต่ทำได้ไม่ดีในบริเวณสีฟ้า สีเหลือง และสีส้ม ส่วนการวิเคราะห์การถดถอยแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้นได้ผลใกล้เคียงกับแบบเชิงเส้นคือได้ผลดีในช่วงสีแดง สีม่วงแดง แต่ทำการแยกแยะสีบริเวณสีเขียวและสีส้มได้ดีกว่าแบบเชิงเส้น ส่วนวิธีที่นำเสนอสามารถไล่เฉดสีได้ดีขึ้นในทุกสีแต่มีบางสีที่ผิดพลาดจนสังเกตได้



ภาพที่ 2: ผลการประมาณค่าด้วยการถดถอยชนิดต่าง ๆ โดยแถวที่ 1 เป็นสี่ป้อนเข้า แถวที่ 2 เป็นสี่จริง แถวที่ 3 เป็นผลการประมาณค่าด้วยการถดถอยแบบเชิงเส้น แถวที่ 4 ถึงแถวที่ 21 เป็นผลการประมาณค่าด้วยการถดถอยแบบพหุนามตั้งแต่ดีกรี 2 ถึง 19 ตามลำดับ แถวที่ 22 เป็นผลการประมาณค่าด้วยโครงข่ายในตารางที่ 1 และแถวที่ 23 เป็นผลการประมาณค่าด้วยโครงข่ายที่นำเสนอในตารางที่ 2



ภาพที่ 3: ผลการประมาณค่าด้วยการถดถอยชนิดต่างๆ โดยเลือกเฉพาะที่ดีที่สุดในแต่ละกรณีมาเปรียบเทียบกัน โดยแถวที่ 1 เป็นสี่ป้อนเข้า แถวที่ 2 เป็นสี่จริง แถวที่ 3 เป็นผลการประมาณค่าด้วยการถดถอยแบบเชิงเส้น แถวที่ 4 เป็นผลการประมาณค่าด้วยการถดถอยแบบพหุนามดีกรี 4 แถวที่ 5 เป็นผลการประมาณค่าด้วยโครงข่ายในตารางที่ 1 และแถวที่ 6 เป็นผลการประมาณค่าด้วยโครงข่ายที่นำเสนอในตารางที่ 2

สำหรับการวัดประสิทธิภาพของการทดลองนี้จะใช้ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยโดยหากค่ายิ่งน้อยจะถึงว่าผิดพลาดน้อยหรือประสิทธิภาพดีโดยค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยของทุกวิธีแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าวิธีที่นำเสนอได้ผลดีที่สุด รองลงมาเป็นแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น แบบพหุนามดีกรี 4 แบบดีกรี 3 แบบดีกรี 2 และแบบเชิงเส้น ตามลำดับ โดยวิธีการที่นำเสนอได้ได้ผลดีกว่าประมาณ 2 เท่าเมื่อเทียบกับวิธีการที่ให้ผลดีอันดับสองหรือแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น

ตารางที่ 3: ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย

ชนิดการถดถอย	ความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย
เชิงเส้น	0.01542
พหุนามดีกรี 2	0.00927
พหุนามดีกรี 3	0.00620
พหุนามดีกรี 4	0.00481
พหุนามดีกรี 5	0.81451

ชนิดการถดถอย	ความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย
พหุนามดีกรี 6	0.67928
พหุนามดีกรี 7	0.41837
พหุนามดีกรี 8	2.65002
พหุนามดีกรี 9	2.60797
พหุนามดีกรี 10	13.14447
พหุนามดีกรี 11	2,442.72339
พหุนามดีกรี 12	16.88457
พหุนามดีกรี 13	992.63214
พหุนามดีกรี 14	149.18365
พหุนามดีกรี 15	1,200.57873
พหุนามดีกรี 16	25.10668
พหุนามดีกรี 17	62,387.34375
พหุนามดีกรี 18	204.45195
พหุนามดีกรี 19	343.54803
โครงข่าย (ตารางที่ 1)	0.00464
วิธีการที่นำเสนอ (ตารางที่ 2)	0.00237

สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่าด้วยการเรียนรู้เชิงลึก โดยได้เสนอโครงสร้างที่อาศัยของโครงข่ายที่ประกอบด้วยชั้นสังวัตนาการเป็นหลัก และเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการถดถอยที่ใช้แบบเชิงเส้น แบบพหุนาม และแบบที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเดิม พบว่าได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า การประยุกต์ใช้งานจริงทำได้โดยการนำไปใช้ประกอบกับอุปกรณ์รับภาพ เช่น กล้องถ่ายรูป เพื่อทำการประมาณสีวัตถุต่างๆ ที่ต้องการรู้ว่าเป็นสีอะไร โดยทำการเก็บภาพวัตถุนั้นพร้อมกับแถบเทียบสีที่สร้างขึ้นให้เหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Ioffe, S., & Szegedy, C. (2015). Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift. In F. Bach & D. Blei (Eds.), *Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning* (Vol. 37, pp. 448–456). Lille, France: PMLR. Retrieved from <http://proceedings.mlr.press/v37/ioffe15.html>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. In F. Pereira, C. J. C. Burges, L. Bottou, & K. Q. Weinberger (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 25* (pp. 1097–1105). Curran Associates, Inc. Retrieved from <http://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>

- Lecun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278–2324.
<https://doi.org/10.1109/5.726791>
- Rachmadi, R. F., & Purnama, I. K. E. (2015). Vehicle Color Recognition using Convolutional Neural Network. *CoRR*, *abs/1510.0*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1510.07391>
- Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting. *Journal of Machine Learning Research*, 15, 1929–1958. Retrieved from <http://jmlr.org/papers/v15/srivastava14a.html>
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., ... Rabinovich, A. (2015). Going deeper with convolutions. In *2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 1–9). <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>

การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมถุงพลาสติก

โดยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะและวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION FORECASTING IN PLASTIC BAG INDUSTRY
USING SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION AND
MULTIPLE LINEAR REGRESSIONอริย์พงศ์ อารีเวชศรีมงคล^{1*}, ฐกฤต ปานชลิบ²,อภิรักษ์ ภูเกล้า², กฤติเดช ดวงใจบุญ²Aripong Areewechedsrimongkol¹, Thakrit Panklib²,Apinan Phukhaoluan², Krittidej Duangjaiboon²¹สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม¹Energy and Environmental Department, Faculty of Technology, Siam Technology College²คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม²Faculty of Technology, Siam Technology College

*Corresponding author, E-mail: apidermis_4430@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จะนำเสนอการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมถุงพลาสติก โดยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption) และวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) โดยสร้างสมการจำลองทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลการใช้พลังงานฐานเป็นเวลา 12 เดือน (เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559) และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) ประกอบไปด้วยผลผลิตซึ่งแยกตามประเภทการใช้พลังงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญรวมทั้งสิ้น 14 ชนิด ในการพยากรณ์ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวันของโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติก ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้แม่นยำมากกว่าวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะ โดยพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กำลังสอง (R^2), ผลต่างของค่าพลังงานที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าการใช้พลังงานจริง (Diff) ผลต่างสะสม (CUSUM) และเปอร์เซ็นต์ของผลต่าง (%Diff)

ผลการพยากรณ์การใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติกหลังช่วงข้อมูลฐานเป็นเวลา 4 เดือน (เดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนเมษายน 2560) พบว่า ผลจากการพยากรณ์การใช้พลังงานด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะมีค่าผลต่างสะสมของค่าพลังงานจริงกับค่าจากการคำนวณ (CUSUM) อยู่ที่ -79,733.26 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และมีเปอร์เซ็นต์ของผลต่าง (%Diff) อยู่ที่ -2.35% ในขณะที่ผลจากการพยากรณ์การใช้พลังงานด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่า CUSUM อยู่ที่ -72,620.66 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และมีค่า %Diff อยู่ที่ -2.12%

คำสำคัญ: การใช้พลังงานฐาน การหาค่าพลังงานจำเพาะ การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ABSTRACT

This thesis presented specific energy consumption (SEC) and multiple linear regression model for forecasting the electricity consumption in the plastic bag industry. By using 12 month of baseline energy used (January 2016 to December 2016) to create a mathematical equation. The input variables of both models consisted of 14 type of productions were used as inputs to predict daily electricity consumption in plastic bag industry. The results showed that the multiple linear regression model was more accurate estimations than the SEC model as indicated by the performance measures which consisted of coefficient of determination (R^2), the difference of energy from predictions and actual energy consumption (Diff), cumulative sum of difference (CUSUM) and percentage of difference (%Diff).

The forecasting result after baseline 4 month (January 2017 to April 2017) by using the SEC model in this study prophesied that the cumulative sum of difference (CUSUM) of electricity consumption from mathematical model and actual value is equal to -79,733.26 kWh and the percentage of difference (%Diff) is equal to -2.35% meanwhile the multiple linear regression model would reach -72,620.66 kWh and -2.12%, respectively.

Keywords: Baseline Energy Used, Specific Energy Consumption, Multiple Linear Regression

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมถุงพลาสติก เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่สำคัญยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับประเทศ อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับผู้ประกอบการจำนวนมาก ทั้งที่เป็นธุรกิจขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดย่อม อย่างไรก็ตาม หลายปีที่ผ่านมาผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประสบปัญหาด้านการแข่งขันทางธุรกิจอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปัญหาเรื่องของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกที่เพิ่มขึ้น ราคาเม็ดพลาสติกและปัญหาค่าแรงที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต ทำให้ความสามารถในการแข่งขันในอุตสาหกรรมลดลง การลดต้นทุนด้านพลังงานจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งกับผู้ประกอบการ เนื่องจากหากสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ จะเป็นการเพิ่มผลกำไรให้กับบริษัทอีกทางหนึ่ง

วิธีการที่นิยมนำมาใช้วัดคำนวณหาต้นทุนการใช้พลังงานในปัจจุบันก็คือ การวิเคราะห์การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption : SEC) หรือดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและไม่ซับซ้อน แม้ว่าจะสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในภาพรวมได้ แต่ในความเป็นจริงแล้วพบว่าในอุตสาหกรรมถุงพลาสติกนั้นมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ทำให้การวิเคราะห์ต้นทุนการใช้พลังงานโดยวิธีดังกล่าวขาดความแม่นยำ จึงต้องทำการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมถุงพลาสติกใหม่ เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติกที่มีผลิตภัณฑ์หลายรูปแบบจะมีต้นทุนของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งการใช้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตหรือ SEC สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดค่าพลังงานแยกตามผลิตภัณฑ์นั้น จะต้องแยกข้อมูลของพลังงานของผลผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์อย่างละเอียดและชัดเจน ทำให้เป็นเรื่องยากที่จะอธิบายต้นทุนการใช้พลังงานภาพรวมของทั้งโรงงาน เนื่องจากที่ผ่านมาโรงงานส่วนใหญ่จะ

หาค่าต้นทุนพลังงานต่อผลผลิต (Unit Cost) โดยนำเอาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือนหารด้วยผลผลิตที่ได้ในเดือนนั้นๆ ผลที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนที่สูง เพราะไม่สามารถนำค่าที่ได้มาถ่วงเฉลี่ยกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่หลายรูปแบบทั้งหมดได้ จึงต้องหาวิธีการให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำขึ้นมากกว่าเดิม

โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ภาคอุตสาหกรรมให้ความสนใจ เนื่องจากสามารถพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานได้ อีกทั้งสามารถบ่งบอกต้นทุนการผลิตสินค้าแต่ละผลิตภัณฑ์จากสมการถดถอยได้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการพยากรณ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมถุงพลาสติกด้วยการสร้างสมการจำลองทางคณิตศาสตร์จากวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะและวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของข้อมูลจากหน่วยพลังงานที่สร้างขึ้นมาจากสมการกับหน่วยพลังงานที่ใช้จริง ซึ่งสามารถใช้สำหรับการประเมินต้นทุนพลังงานของทางโรงงานได้ต่อไป

ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาโดยมีประเด็นการค้นคว้าเป็นดังต่อไปนี้

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน

ประสิทธิภาพพลังงาน หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ไปในกระบวนการผลิต ต่อหน่วยของปริมาณหรือมูลค่าผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความเหมาะสมในการบริโภคพลังงานของอุตสาหกรรม การพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานจะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้พลังงานลดลง ในขณะที่ระดับการผลิตคงที่ หรือเมื่อมีการใช้พลังงานคงที่ แต่มีระดับการผลิตเพิ่มขึ้น การหาประสิทธิภาพพลังงานจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลสองส่วน ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ใช้ไป และปริมาณหรือมูลค่าผลผลิตที่เกิดขึ้นจากพลังงานที่ใช้ไป

ในระดับโรงงาน การคำนวณหาประสิทธิภาพพลังงานอาจทำได้โดยไม่ยากนัก เนื่องจากโรงงานที่มีการตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นปกติ ก็จะมีข้อมูลทั้งสองส่วนดังกล่าวอยู่แล้ว ส่วนในระดับอุตสาหกรรม และกลุ่มอุตสาหกรรม ข้อมูลที่จะนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพพลังงานจะต้องเป็นข้อมูลในระดับมหภาค ซึ่งจำเป็นต้องมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว (ที่ปรึกษาตรวจสอบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549) โดยตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงานที่มีการใช้อยู่ทั่วไป คือ ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) และความเข้มพลังงาน (Energy Intensity หรือ EI)

มาตรฐานการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม

มาตรฐานการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม (Energy Benchmark) เป็นการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานหรือประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารใดอาคารหนึ่งกับอาคารอื่นที่มีสภาพการใช้งานประเภทเดียวกันกับอาคารนั้น หรือเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารนั้นในปีปัจจุบันกับค่าการใช้พลังงานในปีที่ผ่านมา เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานของอาคารนั้น ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่และเปลี่ยนแปลงอย่างไร

การวิเคราะห์สมการถดถอยและสหสัมพันธ์

วิธีการการถดถอยจะอนุมานว่าข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาสามารถประมาณการได้จากผลรวมของบางตัวแปรอิสระในเชิงเส้น โดยทั่วไปหากการวิเคราะห์ประกอบด้วยข้อมูลหรือตัวแปรอิสระจำนวนมากจะให้ผลที่แม่นยำมากกว่า แต่จะใช้เวลาในการคำนวณมาก (ฐกฤต ปานชลธิ, 2556:58-67) โดยการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะมีรูปแบบโดยทั่วไปดังนี้

$$Y_c = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e_i \quad (1)$$

โดยที่ Y_c = ตัวแปรตาม (Dependent variable), a = ค่าคงที่ (Constant parameter of the model), b_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ (Coefficient of independent variable), x_1 = ตัวแปรอิสระ (Independent variable) และ e_i = ค่าความคลาดเคลื่อน

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

ในอุตสาหกรรมพลาสติกจะใช้วัตถุดิบหลักคือ เม็ดพลาสติก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปลายจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเม็ดพลาสติกที่ใช้มากในประเทศไทยมีอยู่ 4 ประเภท คือ โพลีเอธิลีน (polyethylene - PE) โพลีโพรพิลีน (polypropylene - PP) โพลีสไตรีน (polystyrene - PS) และโพลีไวนิลคลอไรด์หรือพีวีซี (polyvinyl chloride - PVC) โดยเม็ดพลาสติกแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันในด้านคุณสมบัติ การใช้ และการบริโภค ซึ่งอุตสาหกรรมพลาสติกมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน โดยใช้เครื่องจักรในเกือบทุกขั้นตอน การผลิต กระบวนการผลิตของพลาสติกชนิดต่างๆ มีขั้นตอนที่เหมือนกัน ต่างกันเพียงวัตถุดิบเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตเท่านั้น

1) การเตรียมวัตถุดิบ เริ่มจากการนำเอาวัตถุดิบ ได้แก่ เม็ดพลาสติกชนิดต่างๆ ตามความเหมาะสมของชนิดและปริมาณของพลาสติกที่ต้องการมาผสมกับสีในอัตราส่วนที่เหมาะสม ถ้าต้องการพลาสติกที่ไม่มีสี ก็ไม่ต้องผสมสี จากนั้นนำวัตถุดิบไปเทเข้าเครื่องเป่าถุง

2) การเป่าถุง เครื่องเป่าถุงจะทำการหล่อเม็ดพลาสติกโดยใช้ความร้อนในแม่แบบรีด โดยที่ เกลียวรีดจะรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านเข้าไปในส่วนให้ความร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิ 300-500 องศาฟาเรนไฮต์ เม็ดพลาสติกที่หลอมเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบด้วยแรงอัด 500-600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้นจะเป่าอากาศเข้าไปในช่องอากาศให้พลาสติกพองตัวตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นงานที่ได้จะมีลักษณะเป็นหลอดพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งจะถูกส่งผ่านลูกกลิ้งที่มีความเรียบสนิทอีกครั้งเพื่อรีดพลาสติกให้อยู่ในลักษณะแบน ตลอดจนป้องกันอากาศภายในไม่ให้ออกจากช่องพลาสติกได้ เพื่อให้อากาศที่อยู่ภายในมีปริมาณคงที่และจะได้ถุงพลาสติกขนาดเท่าเดิมท้ายสุด ชิ้นงานที่ออกมาจะมีลักษณะแบนและม้วนไว้เพื่อรอการพิมพ์หรือตัดเย็บต่อไป

3) การพับด้านข้างสำหรับถุงหิ้ว สำหรับถุงหิ้วชนิดพับด้านข้าง หลังจากที่ได้ชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นหลอดพลาสติก ส่งผ่านลูกกลิ้งในครั้งแรกแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพับด้านข้างโดยมีไม้นดันด้านข้างทั้งสองด้านไว้แล้วส่งชิ้นงานพลาสติกผ่านลูกกลิ้งอีกครั้งหนึ่งเพื่อเก็บไว้เป็นม้วนรอการพิมพ์หรือตัดเย็บต่อไป

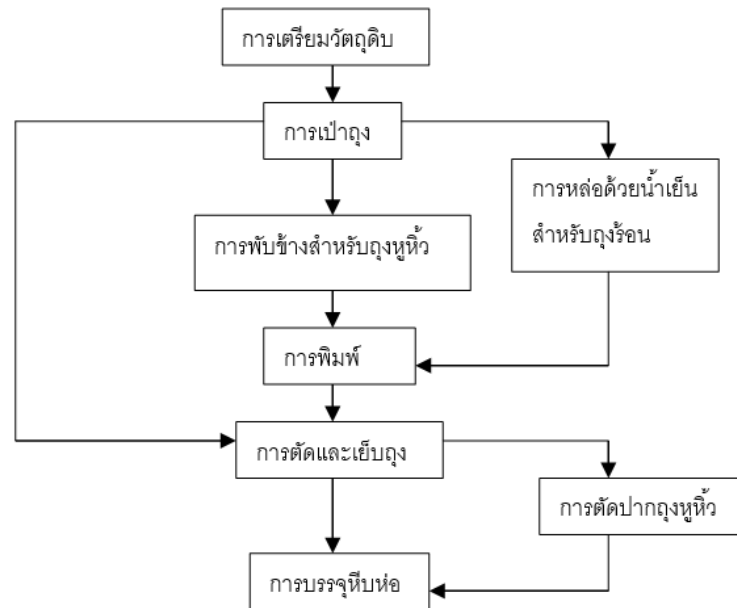
4) การหล่อน้ำเย็นสำหรับถุงร้อน ขั้นตอนนี้เป็นการผลิตถุงร้อนที่ใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพรพิลีนเป็นวัตถุดิบ ซึ่งมีจุดหลอมละลายสูงกว่าเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตพลาสติกชนิดอื่น ชิ้นงานพลาสติกที่ได้จึงต้องผ่านการหล่อน้ำเย็นด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่ง

5) การพิมพ์ลายถุง หลังจากที่ได้เครื่องเป่าทำการเป่าถุงพลาสติกออกมาเป็นม้วนแล้ว หากต้องการพิมพ์ลายถุงหรือยี่ห้อ ก็จะต้องทำการพิมพ์ถุงก่อนที่จะเข้าเครื่องตัดและเย็บถุง ม้วนพลาสติกจะถูกส่งผ่านแบบพิมพ์ที่แกะเป็นลวดลายหรือยี่ห้อไว้ หากลวดลายหรือยี่ห้อนั้นมีหลายสี ก็จะต้องทำการพิมพ์ม้วนพลาสติกตามจำนวนสีที่ต้องการพิมพ์เป็นลำดับไป

6) การตัดและเย็บถุง ขั้นตอนนี้ทำโดยเครื่องตัดและเย็บถุง ซึ่งทำการตัดและเย็บถุงเสร็จภายในกระบวนการเดียวกัน ม้วนพลาสติกจะถูกส่งผ่านเข้าเครื่องเย็บด้วยความร้อนรีด จากนั้นจะผ่านเข้าไปเข้าขั้นตอนการตัดเพื่อให้ได้ขนาดและความยาวตามที่ต้องการ

7) การตัดปากถุง ถุงพลาสติกชนิดหิ้วที่ผ่านการเย็บเรียบร้อยแล้วจะถูกนำมาเข้าเครื่องตัดปากถุงเพื่อทำหูหิ้ว

8) การบรรจุหีบห่อ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตเพื่อรอการขนส่งและจำหน่าย



ภาพที่ 1 : กระบวนการผลิตถุงพลาสติก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการพยากรณ์การใช้พลังงานภาพรวมในอุตสาหกรรมถุงพลาสติก ด้วยการสร้างสมการจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะและวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ
2. เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำดัชนีชี้วัดค่าพลังงานในอุตสาหกรรมถุงพลาสติกด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะและวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

วิธีดำเนินการวิจัย

1) การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมถุงพลาสติก

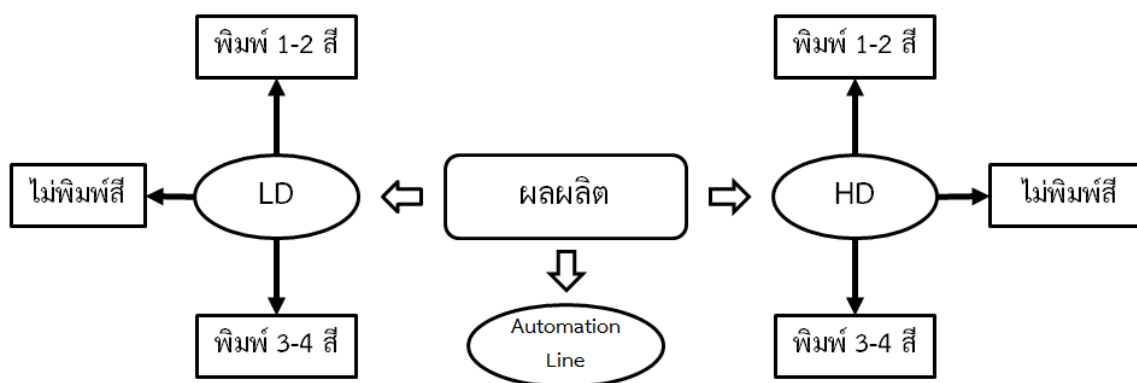
จากข้อมูลรายงานการจัดการพลังงานปี 2559 ของโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติก มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีอยู่ที่ 9,673,136.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละของระบบต่างๆ ประกอบไปด้วยระบบแสงสว่าง 2.11% ระบบปรับอากาศสำนักงาน 1.97% ในกระบวนการผลิต 88.05% และอื่นๆ 7.88% ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบของโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติก

ระบบ	การใช้พลังงานไฟฟ้า	
	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี	ร้อยละ
แสงสว่าง	203,977.44	2.11%
ปรับอากาศสำนักงาน	190,316.99	1.97%
การผลิต	8,517,196.95	88.05%
อื่นๆ	761,844.28	7.88%
รวม	9,673,136.80	100.00%

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ทำการศึกษา

จากการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติกดังตารางที่ 1 พบว่า การใช้พลังงานส่วนใหญ่ของโรงงานจะอยู่ในส่วนของกระบวนการผลิตโดยคิดเป็น 88.05% ซึ่งการวิเคราะห์ตัวแปรจะพิจารณาจากข้อมูลผลผลิตซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานของโรงงานอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีการบันทึกข้อมูลทีละเอียดยเป็นรายวันตามประเภทของถุงพลาสติกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย ซึ่งมีรายละเอียดของตัวแปรผลผลิตที่ทำการศึกษาแยกตามประเภทของการใช้พลังงานได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : แผนภาพกลุ่มของผลผลิตที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรที่ทำการศึกษา

3) การวิเคราะห์ดัชนีการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมถุงพลาสติก

สำหรับการวิเคราะห์ดัชนีการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมถุงพลาสติก จะพิจารณาจะค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) และการพยากรณ์การใช้พลังงานจากสมการจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

3.1. ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption หรือ SEC) เป็นอัตราส่วนระหว่างพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อหน่วยการผลิตของโรงงาน โดยสามารถประเมินได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{Specific Energy Consumption (SEC)} = \text{kWh Energy Used} / \text{Production} \quad (2)$$

$$\text{kWh Energy Used} = (\text{SEC} \times \text{Production}) + \text{Base Load} \quad (3)$$

3.2. การพยากรณ์การใช้พลังงานด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) เป็นการสร้างสมการจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) เป็นวิธีการทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยแบ่งเป็นออกเป็น ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดยรูปแบบของสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยทั่วไปมีลักษณะตามสมการดังต่อไปนี้

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + \dots + b_nx_n \quad (4)$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม (Dependent variable) กำหนดให้เป็นหน่วยการใช้พลังงานรายวัน

a = ค่าคงที่ (Constant parameter of the model)

b_n = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ (Coefficient of independent variable)

x_n = ตัวแปรอิสระ (Independent variable) กำหนดให้เป็นตัวแปรผลผลิตแต่ละชนิด

4) การตรวจวัดประสิทธิผลของการวิเคราะห์

ในการศึกษานี้ จะทำการตรวจวัดประสิทธิผลการวิเคราะห์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์กำลังสอง (R^2) ประเมินความใกล้เคียงของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์กับข้อมูลจริง และผลต่างสะสม (Cumulative Sum of Difference, CUSUM) และเปอร์เซ็นต์ของผลต่าง (Percentage of Difference, %Diff) ซึ่งมีวิธีการคำนวณตามสมการที่ 5 และสมการที่ 6 ดังนี้

$$\text{CUSUM} = \text{ผลรวมของ (kWh ที่คำนวณจากสมการ - kWh ที่ใช้งานจริง)} \quad (5)$$

$$\% \text{Diff} = (\text{kWh ที่คำนวณจากสมการ} - \text{kWh ที่ใช้งานจริง}) / \text{kWh ที่ใช้งานจริง} \quad (6)$$

ทั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ จากฟังก์ชัน Data Analysis - Regression ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel 2013 โดยให้ผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ซึ่งสามารถใช้พยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรผลผลิตที่มีต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะและวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ข้อมูลที่มีอยู่จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดแรกสำหรับการเรียนรู้หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อมูลฐานตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2559 (365 วัน) และชุดที่สองสำหรับการทดสอบการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2560 (120 วัน) ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความถูกต้อง โดยขั้นตอนดังกล่าวจะถูกนำไปใช้กับทั้งสองแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะ และวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในการพยากรณ์การใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติก มีความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วยกราฟข้อมูลการเปรียบเทียบของข้อมูลจริงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2560 (1 ปี 4 เดือน) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ชุดแรกเป็นข้อมูลฐานสำหรับการสร้างสมการจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2559 และช่วงการทดสอบการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2560



ภาพที่ 3 : กราฟแสดงการพยากรณ์การใช้พลังงานจากสมการพลังงานจำเพาะเทียบกับค่าจริง

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะ มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์กำลังสอง (R^2) เท่ากับ 0.5144 โดยในช่วงการทดสอบตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2560 มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละเดือนอยู่ที่ -4.07% ถึง -0.98% จากค่าเฉลี่ยสะสม และมีค่าผลต่างสะสม (CUSUM) อยู่ที่ -79,733.26 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์ของผลต่างสะสมอยู่ที่ -2.35% ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : การเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจริงเทียบกับค่าจากสมการพลังงานจำเพาะของโรงงานเดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนเมษายน 2560

ปี	เดือน	kWh AMR	kWh Forecast	Diff	%Diff	CUSUM
2559	มกราคม	825,193.06	826,067.87	874.81	0.11%	874.81
	กุมภาพันธ์	746,362.77	786,812.84	40,450.07	5.42%	41,324.88
	มีนาคม	832,885.89	865,303.19	32,417.30	3.89%	73,742.19
	เมษายน	674,465.26	654,333.93	-20,131.33	-2.98%	53,610.86
	พฤษภาคม	841,872.34	821,254.42	-20,617.92	-2.45%	32,992.94
	มิถุนายน	810,181.30	801,657.33	-8,523.97	-1.05%	24,468.97
	กรกฎาคม	876,299.53	860,572.32	-15,727.21	-1.79%	8,741.76
	สิงหาคม	909,859.59	878,308.93	-31,550.66	-3.47%	-22,808.90
	กันยายน	850,840.06	821,730.77	-29,109.29	-3.42%	-51,918.19
	ตุลาคม	787,956.36	778,698.69	-9,257.67	-1.17%	-61,175.87
	พฤศจิกายน	799,566.85	830,717.66	31,150.81	3.90%	-30,025.05
	ธันวาคม	717,653.79	748,269.48	30,615.69	4.27%	590.63
ผลรวม		9,673,136.80	9,673,727.43	590.63	0.01%	590.63
2560	มกราคม	931,691.68	893,815.22	-37,876.46	-4.07%	-37,285.83
	กุมภาพันธ์	781,565.40	773,880.33	-7,685.07	-0.98%	-44,970.89
	มีนาคม	798,583.58	775,124.15	-23,459.42	-2.94%	-68,430.32
	เมษายน	882,222.99	871,510.69	-10,712.31	-1.21%	-79,142.62
ผลรวม		3,394,063.65	3,314,330.39	-79,733.26	-2.35%	-79,142.62

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์กำลังสอง (R^2) เท่ากับ 0.8492 โดยในช่วงการทดสอบตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2560 มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละเดือนอยู่ที่ -4.06% ถึง -1.02% จากค่าเฉลี่ยสะสม และมีค่าผลต่างสะสม (CUSUM) อยู่ที่ -72,620.66 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์ของผลต่างสะสมอยู่ที่ -2.12% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : การเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจริงเทียบกับค่าจากสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของโรงงาน เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนเมษายน 2560

ปี	เดือน	kWh AMR	kWh Forecast	Diff	%Diff	CUSUM
2559	มกราคม	825,193.06	817,371.60	7,821.46	0.95%	7,821.46
	กุมภาพันธ์	746,362.77	756,503.72	-10,140.95	-1.36%	-2,319.49
	มีนาคม	832,885.89	847,464.21	-14,578.32	-1.75%	-16,897.82
	เมษายน	674,465.26	671,461.58	3,003.68	0.45%	-13,894.14
	พฤษภาคม	841,872.34	825,213.16	16,659.18	1.98%	2,765.04
	มิถุนายน	810,181.30	807,989.16	2,192.14	0.27%	4,957.18
	กรกฎาคม	876,299.53	887,144.53	-10,845.00	-1.24%	-5,887.81
	สิงหาคม	909,859.59	910,556.59	-697.00	-0.08%	-6,584.81
	กันยายน	850,840.06	844,465.17	6,374.89	0.75%	-209.92
	ตุลาคม	787,956.36	783,781.58	4,174.78	0.53%	3,964.86
	พฤศจิกายน	799,566.85	796,499.62	3,067.23	0.38%	7,032.08
	ธันวาคม	717,653.79	724,685.87	-7,032.08	-0.98%	0.00
ผลรวม		9,673,136.80	9,673,136.80	0.00	0.00%	0.00
2560	มกราคม	963,090.06	918,756.95	-44,333.11	-4.60%	-44,333.11
	กุมภาพันธ์	781,565.40	771,177.23	-10,388.17	-1.33%	-54,721.28
	มีนาคม	798,583.58	790,449.09	-8,134.49	-1.02%	-62,855.77
	เมษายน	882,222.99	872,458.10	-9,764.89	-1.11%	-72,620.66
ผลรวม		3,425,462.03	3,352,841.37	-72,620.66	-2.12%	-72,620.66

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำมากกว่าวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะ

สรุป

จากการศึกษาการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมถุงพลาสติกด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะและวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ พบว่าการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณนั้นให้ผลลัพธ์และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลผลผลิตต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำมากกว่าการคาดการณ์ด้วยวิธีการหาค่าพลังงานจำเพาะภายใต้เงื่อนไขและตัวแปรอิสระเดียวกัน

โดยปัจจุบันการคาดการณ์หรือการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นถือว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ประกอบการในการประเมินเพื่อหาต้นทุนพลังงาน และยังสามารถใช้กับการวางแผน

ยุทธศาสตร์การผลิตของโรงงานในแต่ละเดือน อีกทั้งยังใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการกำหนดราคาสินค้าที่เหมาะสม รวมถึงการวางแผนการผลิตได้ในระยะยาวอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มนัส มนัสปิติ “การพัฒนากระบวนการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกตามประสิทธิภาพพลังงาน” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [2006]
- จตุพรชัย อนิวยรรตกุล “ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในอุตสาหกรรมอาหาร” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภูมิก่อนและหลังการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [2000]
- ฐกฤต ปานชลธิ, “การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและโครงข่ายประสาทเทียม” วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, Vol.12 No.2 :58-67 [2013]
- ดำรงศักดิ์ การเกษ “การหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาล: กรณีศึกษาโรงพยาบาลเลิดสิน” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [2006]
- เป็นธิดา มณีโชติ, จันทนา จันทโร, ไชยะ แซ่มซ้อย “การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อการตรวจติดตามผลการอนุรักษ์พลังงาน” วารสารวิจัยพลังงานปีที่ 8 ฉบับที่ 2554/2 [2011]
- เป็นธิดา มณีโชติ, จันทนา จันทโร, ไชยะ แซ่มซ้อย “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม: TSIC 33, 36, 37 และ 38” วารสารวิจัยพลังงานปีที่ 8 ฉบับที่ 2554/2 [2011]
- บุญญารัตน์ แสงปิยะ, จันทนา จันทโร, ไชยะ แซ่มซ้อย “ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม” วารสารวิจัยพลังงานปีที่ 8 ฉบับที่ 2554/2 [2011]
- พรรณีภา เกษมเจริญวงศ์, สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน “การศึกษาเส้นฐานอ้างอิงของการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมผลิตสายไฟ” วารสารวิจัยพลังงานปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (ม.ค.57 – มิ.ย.57) [2014]
- พิรพงษ์ แก้ววิมลรัตน์ “การพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [2009]
- พัชรมาศ นุ่มดี, จันทนา จันทโร, ไชยะ แซ่มซ้อย “การศึกษาประสิทธิภาพและตรวจติดตามการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม” วารสารวิจัยพลังงานปีที่ 8 ฉบับที่ 2554/2 [2011]
- เอกสารเผยแพร่โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์พลาสติกกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
- A.A. Mati, B.G. Gajoga, B. Jimoh, A. Adegobye, D.D. Dajab, *Electricity Demand Forecasting in Nigeria using Time Series Model*, The Pacific Journal of Science and Technology, Volume 10, Number 2, November 2009, 479-485.
- A. Chaouachi, R. M. Kamel, R. Ichikawa, H. Hayashi, K. Nagasaka, *Neural Network Ensemble-based Solar Power Generation Short-Term Forecasting*, World Academy of Science, Engineering and Technology 54 2009, 54-59.
- B. Kermanshahi, H. Iwamiya, *Up to year 2020 Load forecasting using neural nets*, Electrical Power and Energy System, 24, 2002, 789-799.

- C.C. Hsu, & C.Y. Chen, *Regional load forecasting in Taiwan-applications of artificial neural networks*, Energy Conversion and Management, 44, 2003, 1941-1949.
- Guoqiang Zhang, B. Eddy Patuwo and Michael Y. Hu, “*Forecasting with artificial neural networks: The state of the art,*” International Journal of Forecasting, 1998, Volume 14, Issue 1, 35-62.
- Hesham K. Alfares, Mohammad Nazeeruddin, *Electric load forecasting: literature survey and classification of Methods*, International Journal of Systems Science, 2002, volume 33, number 1, 23-34.
- J.P.S. Catalao, S.J.P.S. Mariano, V.M.F. Mendes, L.A.F.M. Ferreira, *Short-term electricity prices forecasting in a competitive market: A neural network approach*, Electric Power Systems Research 77 (2007), 1297–1304.
- Soteris A. Kalogirou, *Applications of artificial neural-networks for energy systems*, AppliedEnergy 67 (2000) 17-35.
- Tomonobu Senjyu, Hitoshi Takara, Katsumi Uezato, Toshihisa Funabashi, *One-Hour-Ahead Load Forecasting Using Neural Network*, IEEE Trans Power Systems, 6(2), Vol. 17, No.1, February 2002, 113-118.
- Zaid Mohamed, Pat Bodger, *Forecasting electricity consumption in New Zealand using economic and demographic variables*, Energy 30 (2005) 1833-1843.

การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์ค

Weight Control Application applying Social Network Motivated Technique

สิรินธร จียาศักดิ์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

E-mail: sirinthorn.c@bu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านสุขภาพเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยสาเหตุหลักมาจากภาวะโรคอ้วนซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคภัยร้ายแรง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาเทคนิคด้านโซเชียลเน็ตเวิร์คที่คนไทยนิยมใช้เป็นอันดับต้นๆ ของโลกมาประยุกต์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้สำหรับการควบคุมน้ำหนัก เพื่อให้เกิดแรงเสริมสำหรับการควบคุมดูแลน้ำหนักของตนเอง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พัฒนามาบนระบบปฏิบัติการ iOS ซึ่งแบ่งการทำงานดังนี้คือ การบันทึกข้อมูลผู้ใช้พร้อมค่านวณค่าดัชนีมวลกาย การตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนัก การเรียกดูข้อมูลการตั้งเป้าหมาย การเรียกดูของผู้อื่นได้โดยใช้โซเชียลเน็ตเวิร์คด้วยการเพิ่มเพื่อนจากรายชื่อผู้ใช้งานภายในแอปพลิเคชัน พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่าการใช้เทคนิคด้านโซเชียลเน็ตเวิร์คทำให้สามารถสร้างแรงจูงใจได้ด้วยค่าเฉลี่ย 4.64 อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากแอปพลิเคชันสามารถเพิ่มเพื่อน สามารถแชร์ข้อมูลการลดน้ำหนักทำให้เกิดการแชร์ข้อมูลจึงทำให้ผู้ใช้เกิดแรงจูงใจในการลดน้ำหนัก โดยมีส่งผลให้ระดับความพึงพอใจในภาพรวมต่อแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย 4.11 ($\bar{X}=4.11$, $SD=0.74$)

คำสำคัญ: ควบคุมน้ำหนัก ไอโอเอส โซเชียลเน็ตเวิร์ค

ABSTRACT

Thailand is experiencing health problems especially in the condition of being overweight. The obesity results in the risk of several serious diseases. We are interested in introducing social networking techniques applied to application development for a bodyweight control. This application is developed on IOS operating system. The features of the application are user data recording with Body Mass Index (BMI), setting a weight loss goal, browsing for social friends' weight loss goal and BMI via social networks created by the application. The sample for this study was a group of 30 people. It found that the satisfaction of using social networking techniques motivating users to lose their weight was an average of 4.64 on very good level. Due to social friends on the application, sharing of data between users can motivate the weight loss. Consequently, the satisfaction of the overall of application usage was good, 4.11. ($\bar{X}=4.11$, $SD=0.74$).

Keywords: Weight Control, iOS, Social Network

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันสังคมไทยประสบปัญหาด้านสุขภาพมากขึ้นซึ่งจากการศึกษาพบว่าสาเหตุหนึ่งมาจากภาวะโรคอ้วน โดยสำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพและสถาบันวิจัยประชากรและสังคมได้มีการเปิดเผย “รายงานสุขภาพคนไทย 2557” เกี่ยวกับภาวะโรคอ้วนถือเป็นสาเหตุให้สุขภาพร่างกายเจ็บป่วยและอาจทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ มากขึ้น โรคอ้วนเกิดจากการกินที่มากเกินไปจนทำให้ดัชนีมวลกายเกินกว่าค่ามาตรฐาน เมื่อกินมากเกินไปจนเกินความจำเป็นก็ต้องออกกำลังกายเพื่อให้ร่างกายได้เผาผลาญไขมันส่วนเกินออกไป แต่ในความเป็นจริงในสังคมไทยปัจจุบันส่วนใหญ่ขาดการออกกำลังกายดังกล่าวว่า “พุงนี้ค่อยลดน้ำหนัก พุงนี้ค่อยเบิร์นออก” (ผู้จัดการออนไลน์, 2558) แต่ยังคงรับประทานอาหารมากเกินไปจนตนเองทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินหรือที่เรียกว่า “โรคอ้วน” โดยส่วนใหญ่แล้วปัจจัยที่พบมากที่สุดคือ เมื่อตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนักแล้วสามารถลดได้น้อยเพราะขาดแรงจูงใจในการลดน้ำหนักและคนส่วนใหญ่ไม่กล้าและไม่อยากรู้น้ำหนัก หรือบางคนไม่ทราบว่าจะคำนวณค่าน้ำหนักตัวเมื่อเทียบกับมาตรฐาน (Body Mass Index: BMI) ของตนเองอย่างไร

โซเชียลเน็ตเวิร์คหรือสังคมออนไลน์ (Social Network) ได้รับความนิยมแพร่หลายในประเทศไทยจากผลการสำรวจโดยสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ETDA) ประเทศไทย แจ้งผลสำรวจการใช้อินเทอร์เน็ตของประเทศไทยเฉลี่ยของปี 2560 เท่ากับ 45 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์การใช้เน็ตเพื่อเล่นโซเชียลมีเดียสูงถึง 86.9% คิดเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งโซเชียลมีเดียที่ได้รับความนิยมสูงสุด 3 อันดับของประเทศไทยได้แก่ Facebook Youtube และ Line พบว่าปัจจุบันคนไทยใช้ Facebook สำหรับการสร้างบัญชีหรือผูกบัญชีผู้ใช้ เพื่อเป็นช่องทางในการติดตามข่าวสารเพื่อนหรือคนรู้จัก แลกเปลี่ยนและสำรวจความคิดเห็น โดยสามารถสื่อสารต่อกันจากเพื่อนไปสู่เพื่อน ทำให้เกิดเป็นสังคมออนไลน์กลุ่มหนึ่ง ที่รวมกลุ่มคนที่สนใจในสิ่งที่ตนเองหรือเพื่อนสนใจมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น พูดคุย อัปเดตและบอกเล่าเรื่องราวภายในกลุ่มตนเองได้ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้สังคมออนไลน์เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาและนำเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คในเบื้องต้นสำหรับมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมน้ำหนักบนระบบปฏิบัติการ iOS ที่สามารถบันทึกข้อมูลผู้ใช้พร้อมคำนวณค่าดัชนีมวลกาย การตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนัก การการเรียกดูข้อมูลการตั้งเป้าหมาย การลดน้ำหนักของผู้อื่นได้โดยใช้โซเชียลเน็ตเวิร์คด้วยการเพิ่มเพื่อนจากรายชื่อผู้ใช้งานภายในแอปพลิเคชัน และเมื่อได้รับการตอบรับเป็นเพื่อนผู้ใช้สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าในการลดน้ำหนักของเพื่อนได้ พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันในด้านต่างๆ และด้านการนำเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คมาประยุกต์ใช้แล้วนั้นจะทำให้ผู้ใช้เกิดแรงจูงใจในการลดน้ำหนักอย่างไร

ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพบนระบบปฏิบัติการ iOS จำนวน 4 แอปพลิเคชันเพื่อนำมาศึกษาและวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลและแนวทางประกอบกับการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลบนระบบปฏิบัติการ iOS ดังนี้

CalkCal แอปพลิเคชันที่สามารถบันทึกปริมาณแคลอรีแต่ละวัน ปริมาณการเผาผลาญจากกิจกรรมแต่ละวัน มีรายการอาหารมากกว่า 2000 รายการและผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมภายหลังได้ แอปพลิเคชันจะคำนวณปริมาณแคลอรีต่อให้เพื่อให้สามารถตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนักภายในระยะเวลาที่กำหนด

Calories Diary แอปพลิเคชันที่บันทึกปริมาณแคลอรีมีการตั้งโปรไฟล์ของตนเองในโปรไฟล์จะบอก

การคำนวณการเผาผลาญพลังงาน(BMR) ค่าดัชนีมวลกาย(BMI) น้ำหนักปัจจุบันของผู้ใช้ น้ำหนักที่ลดได้ในแต่ละวันที่ใช้งาน ความก้าวหน้าในส่วนของการบันทึกสามารถบันทึกปริมาณแคลอรีที่บริโภคในแต่ละวันจากรายการอาหารที่มีอยู่ในแอปพลิเคชันมีคำนวณปริมาณพลังงานการเผาผลาญจากการออกกำลังกายที่ทำงานๆ ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ตามก็ทำได้ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก

จุด Calories แอปพลิเคชันที่รวบรวมแคลอรีของอาหาร เครื่องดื่ม ขนม และอื่นๆ ซึ่งในแอปพลิเคชันสามารถจดบันทึกข้อมูลส่วนตัว ปริมาณการรับแคลอรีในแต่ละวัน โดยสามารถค้นหารายการอาหารหรือสามารถค้นหาข้อมูลอาหาร สามารถสร้าง QR code จากอาหารที่บันทึก และอ่านข้อมูลจาก QR code นี้ได้

FitandFirm เป็นแอปพลิเคชันที่สำหรับช่วยวางแผนการลดน้ำหนักเบื้องต้น โดยจะสามารถทราบปริมาณแคลอรีที่จะได้รับในแต่ละวัน ภายในแอปพลิเคชันสามารถคำนวณค่าดัชนีมวลกายของตนเอง คำนวณปริมาณแคลอรีที่ควรบริโภคต่อวันจากรายการอาหารที่บันทึกไว้มากกว่า 100 รายการ และเคล็ดลับการลดน้ำหนัก

จากการศึกษาโครงสร้างของสื่อสังคมออนไลน์ (วรากรทรัพย์ วิริยะปรกรณ์, 2551) กล่าวว่าเครือข่ายสังคมออนไลน์แสดงถึงสถานภาพของบุคคลที่มีการติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล มีการเกื้อกูลช่วยเหลือซึ่งกันและกันทำให้เกิดการตอบสนองความต้องการของบุคคลซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jeger และ Slotnic ที่พบว่าโครงสร้างเครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นสื่อกลางทำให้บุคคลมีความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น มีการช่วยเหลือแบ่งปันข้อมูลส่งผลให้เกิดความพึงพอใจของสังคมนั้นได้

จากการศึกษาแอปพลิเคชันทั้ง 4 พบว่าส่วนใหญ่เน้นการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานเพียงคนเดียวยังไม่มีมีการนำเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คเข้ามาประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้บุคคลสามารถสื่อสารด้วยการเพิ่มเพื่อนและดูรายละเอียดข้อมูลซึ่งกันและกัน แชนแนลข้อมูลระหว่างกันเพื่อให้มีแรงเสริมหรือแรงสูงใจสำหรับการลดน้ำหนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจว่าเทคนิคของโซเชียลเน็ตเวิร์คมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้สำหรับการควบคุมน้ำหนักเพื่อผู้ใช้จะได้เกิดการแข่งขันในกลุ่มทำให้เสริมแรงสูงใจสำหรับการลดน้ำหนักได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS สำหรับสร้างแรงสูงใจสำหรับการลดน้ำหนัก
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS ในด้านความสวยงามของการออกแบบ ด้านข้อมูล ด้านการใช้งานระบบและการสร้างแรงสูงใจของแอปพลิเคชัน โดยกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยครั้งนี้คือกลุ่มคนทั่วไปที่มีความสนใจเกี่ยวกับการควบคุมน้ำหนักหรือสนใจสุขภาพที่ใช้อุปกรณ์มือถือไอโฟนในชีวิตประจำวันโดยเป็นเพศชายและเพศหญิงรวมจำนวน 30 คน

ขอบเขตการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อนำมาศึกษาถึงความพึงพอใจของผู้ใช้ในครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนบันทึกข้อมูลผู้ใช้ สำหรับส่วนนี้ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลส่วนตัว แอปพลิเคชันจะคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ของผู้ใช้ และสามารถบันทึกเป้าหมายการลดน้ำหนักสำหรับการลดหรือควบคุมน้ำหนัก พร้อมข้อมูลบอกระดับความเสี่ยงต่อโรคจากค่าดัชนีมวลกาย

2. ส่วนเทคนิคการใช้โซเชียลเน็ตเวิร์คโดยผู้ใช้สามารถเพิ่มเพื่อนที่ใช้แอปพลิเคชันนี้ พร้อมดูข้อมูลการลดน้ำหนักของเพื่อน และแบ่งปันซึ่งกันและกันได้

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS โดยใช้กระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชัน 7 ขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของการดูแลน้ำหนักและวิเคราะห์เทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเชียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS ผู้พัฒนาใช้วิธีการศึกษาจากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมน้ำหนัก เว็บไซต์สุขภาพต่างๆ พฤติกรรมการใช้งานโซเชียลเน็ตเวิร์ค อาทิเช่น การควบคุมน้ำหนัก การคำนวณค่าดัชนีมวลกาย(BMI) เว็บไซต์เฟซบุ๊ก นอกจากนี้ยังรวมถึงการศึกษาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมน้ำหนัก เพื่อศึกษาข้อมูลเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยในแต่ละแอปพลิเคชัน สำหรับนำมาปรับใช้เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้เป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้ รวมถึงได้ศึกษาเครื่องมือและภาษาสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS นี้ด้วยภาษา Objective-C ร่วมกับโปรแกรม Xocde

2. วิเคราะห์และกำหนดขอบเขตแอปพลิเคชัน

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นและทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากนั้นจะกำหนดขอบเขตการพัฒนาแอปพลิเคชันทั้งหมดโดยผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลส่วนตัว พร้อมคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย ก่อนที่ผู้ใช้จะกำหนดเป้าหมายน้ำหนักที่ต้องการจะลด และยังสามารถเพิ่มเพื่อนเพื่อเรียกดูข้อมูลการลดน้ำหนักของเพื่อนได้ โดยการแสดงเป้าหมายการลดน้ำหนักจะแสดงลักษณะเป็นร้อยละด้วยแท่งสี

3. การออกแบบแอปพลิเคชัน

กระบวนการออกแบบแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันการทำงาน 4 ฟังก์ชัน ได้แก่ 1.ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้หรือสมาชิก 2. ฟังก์ชันการคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย 3. ฟังก์ชันการจัดการเพิ่มเพื่อนและตอบรับการเป็นเพื่อนเพื่อแชร์หรือดูข้อมูลของเพื่อน 4. ฟังก์ชันการตั้งเป้าหมายการลดน้ำหนัก ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: หน้าหลักและหน้าแสดงรายการของแอปพลิเคชัน

จากหน้าหลักนี้ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนสมาชิกเพื่อเข้าสู่แอปพลิเคชันจากนั้นจะมีแถบสำหรับเลือกการทำงานไปยังเมนูต่างๆ ถัดไป ได้แก่ การบันทึกข้อมูลส่วนตัวพร้อมคำนวณค่าดัชนีมวลกาย การตั้งค่าเป้าหมาย ข้อมูลระดับความเสี่ยงต่อโรค การเพิ่มเพื่อน คำขอเป็นเพื่อน เป็นต้น



ภาพที่ 2: หน้าการบันทึกข้อมูลส่วนตัว

จากรูปหน้าการบันทึกข้อมูลส่วนตัว ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลชื่อผู้ใช้ น้ำหนัก และส่วนสูง จากนั้นแอปพลิเคชันจะคำนวณค่าดัชนีมวลกายออกเป็นเป็นตัวเลขทศนิยม 2 หลัก แจ้งเกณฑ์ของค่าดัชนีมวลกาย พร้อมแจ้งระดับความเสี่ยงที่อาจจะทำให้เกิดโรค



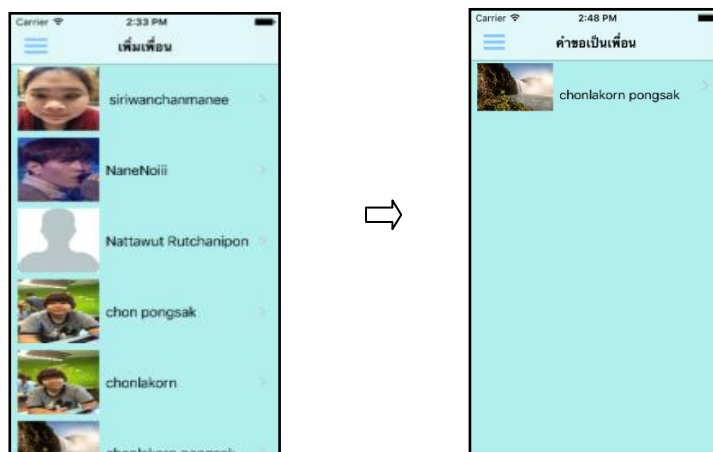
ภาพที่ 3: หน้าการตั้งเป้าหมายการลดน้ำหนัก

จากรูปหน้าการตั้งเป้าหมายการลดน้ำหนักของผู้ใช้ ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลการลดน้ำหนักที่สำเร็จ หรือการอัปเดตน้ำหนักที่ลดได้แอปพลิเคชันจะแสดงแถบสถานะเป็นร้อยละที่ผู้ใช้ลดน้ำหนักได้สำเร็จ



ภาพที่ 4: หน้าแสดงระดับความเสี่ยงต่อโรคตามช่วงดัชนีมวลกาย

จากรูปแสดงข้อมูลระดับความเสี่ยงต่อโรคแบ่งตามช่วงดัชนีมวลกายทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ ระดับผอม ระดับปกติ ระดับท้วม ระดับอ้วนและระดับอ้วนมาก



ภาพที่ 5: หน้าการเพิ่มเพื่อนในแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 5 แสดงรายการข้อมูลผู้ใช้แอปพลิเคชันทั้งหมด ผู้ใช้สามารถเลือกเพิ่มเพื่อนจากรายการข้อมูลผู้ใช้นี้ได้ โดยเลือกไปยังเพื่อนที่ต้องการเพิ่มแอปพลิเคชันจะส่งคำร้องขอความเป็นเพื่อนไปยังผู้ใช้ปลายทางเพื่อยืนยันหรือตอบรับการเป็นเพื่อน



ภาพที่ 6: หน้าแสดงสถานะการลดน้ำหนัก

จากภาพที่ 6 หน้าแสดงสถานะการลดน้ำหนักของเพื่อนที่ผู้ใช้ได้ร้องขอการเพิ่มเป็นเพื่อนและเพื่อนได้ตอบรับแล้ว แอปพลิเคชันจะสามารถเข้าไปดูสถานะการลดน้ำหนักของเพื่อนและเพื่อนก็สามารถดูข้อมูลของกันละกันได้

4. การพัฒนาแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ใช้ใช้ภาษา Objective-C สำหรับการพัฒนาเพื่อให้ตรงกับขอบเขตและการออกแบบที่ได้กำหนดไว้

5. การทดสอบแอปพลิเคชัน

เพื่อให้การพัฒนาแอปพลิเคชันสมบูรณ์จึงมีกระบวนการทดสอบภายหลังจากผ่านขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยผู้พัฒนาได้ทดสอบในส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความถูกต้องของข้อมูลการคำนวณดัชนีมวลกาย ระดับความเสี่ยงต่อโรค การจัดวางข้อมูล การเพิ่มเพื่อน และความสอดคล้องของการแสดงข้อมูลรวมถึงการใช้งานโดยรวมในแต่ละหน้าที่แสดงผลบนอุปกรณ์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS หากเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูล การออกแบบหรือการทำงานส่วนใดผู้พัฒนาได้ดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ได้แอปพลิเคชันที่พร้อมและทำงานได้สมบูรณ์

6. การทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน

งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจประกอบกับการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันโดยแบบสอบถามทั้งด้านความสวยงามของการออกแบบ ด้านข้อมูลด้านการใช้งานและการเทคนิคการใช้โซเชียลเน็ตเวิร์คสำหรับการเพิ่มเพื่อนสามารถสร้างแรงจูงใจในการใช้แอปพลิเคชันโดยศึกษาจากกลุ่มประชากรจำนวน 30 คน แบ่งเป็นเพศชาย 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และเพศหญิง 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50

7. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาผลสรุปของความพึงพอใจ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งค่าเฉลี่ยรวมของแอปพลิเคชัน สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินใช้เกณฑ์ประเมิน 5 ระดับ (Rating Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

- 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับดีมาก
 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับดี
 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย
 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเซียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS โดยให้ผู้ใช้ตอบแบบสอบถามมีความแตกต่างทางเพศและอายุ จำนวนทั้งหมดรวม 30 คน ได้นำข้อมูลมาสรุปผลการประเมินความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 1

ตาราง 1: ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านความสวยงามของการออกแบบ			
1. สีสันทภายในแอปพลิเคชัน	3.93	0.42	ดี
2. ความเหมาะสมและสวยงามของรูปภาพ	3.80	0.35	ดี
3. การออกแบบหน้าจอที่สวยงาม	3.73	0.40	ดี
4. การใช้ขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	4.03	0.61	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.87	0.45	ดี
ด้านข้อมูล			
1. ความถูกต้องของข้อมูล	4.20	0.71	ดี
2. มีจำนวนข้อมูลที่ครอบคลุม	4.10	0.84	ดี
3. จัดการข้อมูลการบริหารของตนเองได้ง่าย	3.90	0.78	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.07	0.78	ดี
ด้านการทำงานของระบบ			
1. ความเร็วในการตอบสนองการทำงาน	4.00	0.76	ดี
2. ความสะดวกสำหรับการเพิ่มเพื่อน	4.43	0.63	ดี
3. แอปพลิเคชันสร้างแรงจูงใจสำหรับการลดน้ำหนัก	4.64	0.55	ดีมาก
4. การเพิ่มเพื่อนทำให้แอปพลิเคชันมีความน่าสนใจ	4.58	0.84	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.41	0.70	ดี
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน	4.11	0.74	ดี

จากผลการประเมินพบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสวยงามและการออกแบบพบว่าสีสันทความสวยงาม ความเหมาะสมของรูปภาพ การออกแบบหน้าจอ และขนาดตัวอักษรมีความน่าสนใจพบว่าอยู่ในระดับดีด้วยค่าเท่ากับ 3.87 ด้านข้อมูลของแอปพลิเคชันพบว่ามีความถูกต้องและครบถ้วนเพียงพอต่อความ

ต้องการอยู่ในระดับดี ด้วยคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.07 ส่วนด้านการทำงานของระบบและการนำเทคนิคโซเซียลเน็ตเวิร์คมาให้อพพลิเคชั่นอยู่ในระดับดี ด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.41 ซึ่งพบว่าแอปพลิเคชั่นนี้สามารถสร้างแรงจูงใจการลดน้ำหนักได้ระดับดีมากด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.64 และฟังก์ชันการเพิ่มเพื่อนส่งผลให้อปพลิเคชั่นมีความน่าสนใจ ดังนั้นจะผลการประเมินแต่ละด้านทำให้ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชั่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ซึ่งส่งผลให้มีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี

สรุป

จากผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการพัฒนาแอปพลิเคชั่นควบคุมน้ำหนักด้วยเทคนิคโซเซียลเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการ iOS พบว่าการนำเทคนิคโซเซียลเน็ตเวิร์คเบื้องต้นด้วยการเพิ่มเพื่อน การแชร์ข้อมูลการลดน้ำหนัก มาประยุกต์ใช้ทำให้อปพลิเคชั่นควบคุมน้ำหนักมีความน่าสนใจสามารถสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้ใช้แอปพลิเคชั่นมีสนใจควบคุมน้ำหนักทั้งนี้เนื่องจากได้แชร์ข้อมูลจึงทำให้เกิดการแข่งขันโดยส่งผลให้ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชั่นในทั้งด้านความสวยงามและการออกแบบ ด้านข้อมูล ด้านการใช้งานระบบและการสร้างแรงจูงใจด้วยเทคนิคโซเซียลเน็ตเวิร์ค และประสิทธิภาพโดยรวมพบว่าอยู่ในระดับดีทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากแอปพลิเคชั่นเน้นการออกแบบและสีสรรที่เหมาะสม การใช้งานที่สะดวกมีข้อมูลระดับความเสี่ยงต่อโรคสำหรับการดูแลควบคุมน้ำหนัก ความสามารถในการเพิ่มเพื่อนที่สะดวกไม่ยุ่งยาก สามารถแชร์หรือเรียกดูข้อมูลเพื่อนได้ ทำให้สามารถสร้างแรงจูงใจในการใช้แอปพลิเคชั่นสำหรับการควบคุมน้ำหนักนี้ จึงส่งผลให้ระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพโดยรวมของการแอปพลิเคชั่นนี้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ซึ่งอยู่ในระดับดี

เอกสารอ้างอิง

- เกศริน แสงจันทร์เรือง. (2554). *การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ทางสังคม* (กรณีศึกษา: การใช้ Facebook.com ของนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์). วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- คณะกรรมการอาหารแห่งชาติ. (2555). *คู่มือเครื่องชี้วัดทางโภชนาการและโรคที่เกี่ยวข้อง*. สืบค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2560, จาก http://tnfc.fda.moph.go.th/file/Doc/2015-03-08_9603.pdf
- นรงค์ฤทธิ์ ตั้งปฐมพงศ์และคณะ. (2558). FitandFirm. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2560, จาก <http://fit-and-firm.appstor.io/>
- บุญชม ศิริสอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ สุวีริยาสาส์น.
- ผู้จัดการออนไลน์. (2558). 6 โรคอันตรายที่มาจากความอ้วน, สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2560, จาก <http://www.manager.co.th/goodhealth/ViewNews.aspx?NewsID=9580000078624>
- วรกร ทรัพย์วิริยะปรกรณ์และทรงวุฒิอ อยู่เอี่ยม. (2551). *แรงจูงใจในงานที่มีต่อความผูกพันในงานของอาสาสมัครสาธารณสุข*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 หน้า 59 - 74
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน). (2560). *การใช้อินเทอร์เน็ตของประเทศไทยเฉลี่ยของปี 2560*. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2560, จาก <https://www.etda.or.th/publishing-detail/thailand-internet-user-profile-2017.html>
- สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ. (2557). *รายงานสุขภาพคนไทย 2557*. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2560, จาก <http://www.hiso.or.th/hiso5/report/ThaiHealth.php>
- Dimo Company Ltd. (2560). *Calories Diary*. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2560,

จาก <https://software.thaiware.com/11839-Calories-Diary-App.html>
Phoom Punyaratabandhu. (2559). *จด Calorie*. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2560,
จาก <https://itunes.apple.com/th/app/%E0%B8%88%E0%B8%94-calorie/id872410893?l=th&mt=8>
PUN CORPORATION COMPANY Ltd. (2559). *Calkcal*. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2560,
จาก <https://itunes.apple.com/th/app/calkcal/id983189383?mt=8>

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยระบบแขนกล

:กรณีศึกษาการผลิตขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ

INCREASING EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS USING ROBOTICS ARM

: A CASE STUDY OF VACUUM FORMING MANUFACTURING PROCESS

สุปรียา เหมยเปง^{1*}, บุษชัย แซ่ลิว², ศุภรัชชัย วรรัตน์³
Supreecha Maeipeng¹, Bunchai Sae - sio², Suparatchai Vorarat³

^{1,3}สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธรรมาภิบาล

Department of Engineering Management, Dhurakij Pundit University

²สาขาวิศวกรรมการจัดการและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยธรรมาภิบาล

²Faculty of Management and Logistics Engineering, Dhurakij Pundit University

*Corresponding author, E-mail: pepe_ie@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยระบบแขนกล ในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเทคนิคการศึกษาวิธีการทำงานเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการทำงานในการขึ้นรูปพลาสติก โดยทำการศึกษาด้านเวลา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ 1-Sample T test และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ จากผลการศึกษาพบว่าเวลาในการทำงานของพนักงานใช้เวลาเพียง 7 วินาทีหรือ 17.78 % มีเปอร์เซ็นต์ในการว่างงาน 82.22 % ต่อการผลิต 1 ชิ้น โดยปริมาณในการผลิต 1 ลอต เท่ากับ 500 ชิ้น ซึ่งเวลาว่างงานของพนักงานเกิดจากการรอเครื่องจักรทำงาน และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ เท่ากับ 29% จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุที่ทำให้ค่าการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมต่ำเกิดจาก อัตราการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ หลังปรับปรุงผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแขนกลเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนดังกล่าว สามารถลดพนักงานในการปฏิบัติงาน 1 คน ลดต้นทุนในกระบวนการผลิตได้เดือนละ 13,000 บาท และสามารถประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ 68% จากการทดสอบเวลาในการทำงานของพนักงาน จำนวน 40 ชุดข้อมูล การวิเคราะห์สมมติฐานข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจาก P – Value มีค่า 0.082 มากกว่า 0.05 ค่าเฉลี่ยของเวลาเท่ากับ 14.09 วินาทีต่อการปรับตั้งเครื่องจักรต่อการผลิต 1 ลอต ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.565 การทดสอบสมมติฐานโดยวิธี 1-Sample T test ในส่วนของเวลาปรับตั้งเครื่องจักร ค่า P – Value เท่ากับ 0.976 ซึ่งหมายความว่าเวลาปรับตั้งเครื่องจักรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: แขนกล ระบบสูญญากาศ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ ผลผลิตภาพ

ABSTRACT

This research aims to improve efficiency of the production process by mechanical system in vacuum plastic molding process. Time study is the part of work study theory was applied to collect time data. Statistics was used in data analysis were mean, standard

deviation, 1-Sample T test and, overall equipment effectiveness analysis. This research found that employees' working time was only 7 seconds, or 17.78 %, with 82.22 % unemployment rate per piece. The production of 1 lot was 500 pieces this meaning the overall equipment effectiveness was 29 % because employees was waiting for the machine to work. The result of this research shows that the causes for low overall effectiveness were machine operating rate and quality rate. In improvement process we designed the robotic arm to enhance the efficiency of the procedure by the way we can reduce 1 employee. The overall equipment effectiveness before and after this research are 29% and missing 97% respectively meaning increasing 68%. The result from 40 data of operating hours it shown the P-Value is 0.082 that meaning this data is a normal distribution, average of setup time is 14.09 seconds per lot and standard deviation is 0.565. 1-Sample T-test shown the P-Value is 0.976 it was fail to reject null hypothesis that meaning setup time is not difference by statistically significant at the .05 level.

Keywords: Robotics Arm Vacuum Forming Overall Equipment Effectiveness

บทนำ

จากนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจ “ประเทศไทย 4.0” ในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ ไปสู่ “Value-Based Economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” คือ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันภาคอุตสาหกรรม และการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย เพื่อให้เกิดการลงทุน และการสร้างการผลิตในประเทศ รวมถึงการสร้างรายได้จากสินค้าที่ผลิตได้ในประเทศ ทำให้เกิดการจ้างงาน ตลอดจนสามารถลดการนำเข้าสินค้าได้ โดยมุ่งเน้นอุตสาหกรรมไปยัง New S-Curve คือ การกำหนดอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ 5 อุตสาหกรรมอนาคต ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือ หุ่นยนต์ (Robotics) เพื่อลดต้นทุน และเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิต จากการขายตัวของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกมูลค่าการส่งออกรวมของผลิตภัณฑ์พลาสติกในช่วงเดือนม.ค.- ก.ค. 2560 มีจำนวน 2,358.59 ล้านบาทหรือสหรัฐฯ ขยายตัวร้อยละ 9.81 (พิชญ์สินี โพธิจิตต์, 2560) ส่งผลให้ผู้ประกอบการหลายรายมีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อตอบสนองปริมาณความต้องการของลูกค้าให้ทันเวลา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น ถาดผลไม้ ถาดผักสด กล่องพับ กล่องขนม อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องเขียน เครื่องมือ เครื่องใช้ ฯลฯ โดยใช้กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum Forming) ซึ่งเป็นวิธีการขึ้นรูปพลาสติกอีกประเภทหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน เพราะมีขั้นตอนในการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน โดยอาศัยการยืดตัวของพลาสติกเมื่อได้รับความร้อนที่เหมาะสม และใช้หลักของสุญญากาศดูดให้พลาสติกแนบติดกับแบบแม่พิมพ์ (คมกริช และคณะ, 2548) จากการศึกษาข้อมูลพบว่าเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตบางส่วนที่ใช้คนทำงานร่วมกับเครื่องจักร มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำ จากการวิเคราะห์กิจกรรมดังกล่าวโดยใช้ แผนภูมิการปฏิบัติงานทวีคูณ (Multiple activity chart) พบว่าสัดส่วนการว่างของพนักงานที่ทำงานร่วมกับเครื่องจักรสูงถึง 82.22 % ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองพัฒนาระบบแขนกล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

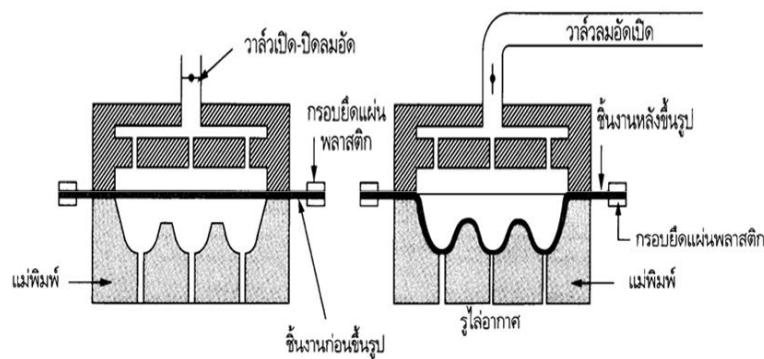
1. เพื่อศึกษาขั้นตอนในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum Forming)

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์การทำงานระหว่างคน และเครื่องจักร เพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต
3. เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต โดยใช้ระบบแขนกล

วิธีดำเนินการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

Thermoforming เป็นการขึ้นรูปโดยการให้ความร้อนกับแผ่นฟิล์ม หรือ แผ่นพลาสติกจนถึงอุณหภูมิอ่อนตัว แล้วใช้แรงบังคับให้แนบกับแม่พิมพ์ ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นการใช้แรงดูดของสุญญากาศ (Vacuum Forming) หรือใช้ลมอัด (Blow Forming) หลังจากนั้นต้องทำให้เย็น เพื่อขึ้นงานคงรูปไว้ตามแบบของแม่พิมพ์ (อัฐลักษณ์ เตียวติ และคณะ, 2557)



ภาพที่ 1: การขึ้นรูปแบบใช้ลมอัด (Blow Forming)



ภาพที่ 2: การปฏิบัติงานของพนักงานในปัจจุบัน

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันโดยใช้ แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณ เพื่อเป็นการบันทึกความสัมพันธ์ในเชิงเวลาในกระบวนการผลิตระหว่างพนักงาน และเครื่องจักร (วิจิตร ตันทสุทธิ และคณะ, 2550)

ตารางที่ 1: แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณการทำงานของกระบวนการขึ้นรูป

แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณ			
เวลา(ร.)	คน	เครื่องจักร	เวลา(ร.)
1-2	ดึงแผ่นฟิล์มพลาสติกเข้ามายังพื้นที่ขึ้นรูป	ว่าง	1-2
3	กดปุ่มเฟรมหนีบแผ่นฟิล์มลง	เครื่องจักรเลื่อนเฟรมลง	3
4	กดปุ่มเดินเครื่อง	เตาความร้อนเคลื่อนที่มายังพื้นที่ขึ้นรูป (ขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของแผ่นฟิล์มพลาสติก)	4-15
5-41		เตาความร้อนเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งปกติ	16-17
		ฐานแม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้น/ที่อปแม่พิมพ์เคลื่อนที่ลง ทำการขึ้นรูป	18-20
		วาล์วแควคัมทำงานดูดฟิล์มให้แนบแม่พิมพ์	21-41
42-45	ใช้มือจับที่ขอบแผ่นฟิล์ม และดึงชิ้นงานออก	ว่าง	42-45
% การทำงาน	17.78%	86.66 %	% การทำงาน

จากตารางที่ 1 พบว่า เปอร์เซ็นต์การทำงานของพนักงาน 17.78 % มีเปอร์เซ็นต์ในการว่างงานที่ 82.22 % ต่อการผลิต 1 ชิ้น โดยปริมาณในการผลิต 1 ลอตไซส์ เท่ากับ 500 ชิ้น ซึ่งถือว่าเป็นความสูญเสียเปล่าในกระบวนการที่มีค่าสูง จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ (เกียรติขจร โฆมานะสิน, 2550) โดยพิจารณาจาก

1. อัตราการเดินเครื่อง (Availability %) คือความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุด
2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance %) คือสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร
3. อัตราคุณภาพ (Quality %) คือความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักร

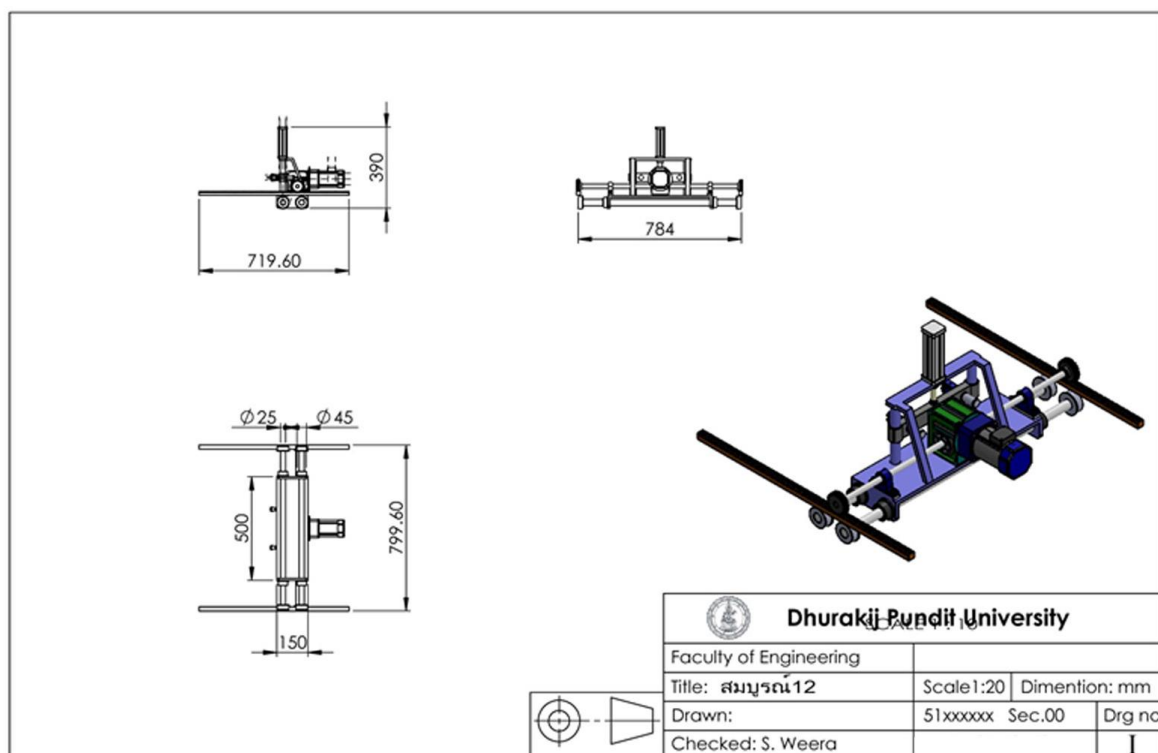
ตารางที่ 2: การวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์

Overall Equipment Effectiveness : OEE				
เดือน	อัตราการเดินเครื่อง	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง	อัตราคุณภาพ	OEE
1	61%	98%	49%	29%
2	74%	97%	86%	62%

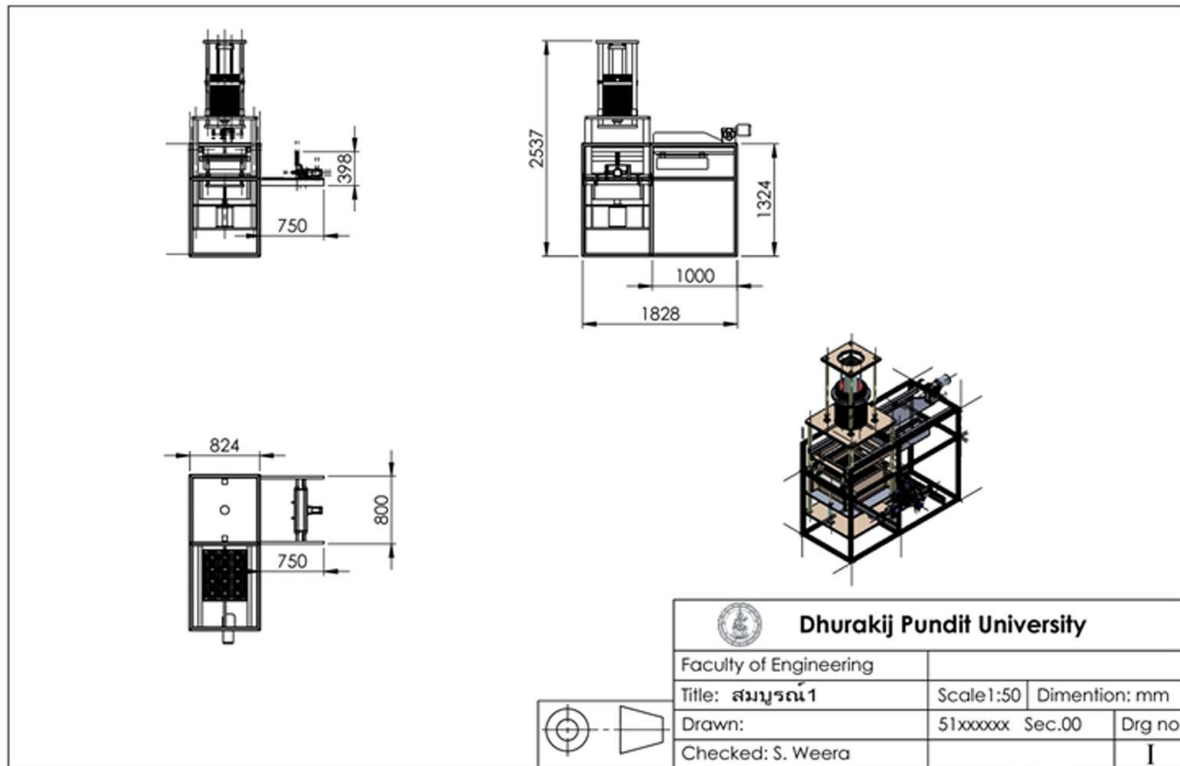
จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร พบว่าในเดือนที่ 1 ค่าการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวม เท่ากับ 29% จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุที่ทำให้ค่าการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมต่ำ เกิดจาก อัตราการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ เนื่องจากในเดือนดังกล่าวพนักงานที่ปฏิบัติงานเป็นพนักงานใหม่ ทำให้ขาดทักษะและความชำนาญในการทำงาน และเดือนที่ 2 ค่าการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวม เท่ากับ 62% สาเหตุที่สูงขึ้นเกิดจาก อัตราการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพมีค่าสูงขึ้น แต่ก็ยังต่ำกว่ามาตรฐานที่ทางโรงงานกำหนด คือ 95%

แนวความคิดการออกแบบ

ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบระบบแขนกลเพื่อทดแทนการทำงานของคน โดยทำชุดแขนกลต่อเข้ากับเครื่องขึ้นรูปพลาสติก และการเชื่อมต่อสัญญาณกับระบบควบคุมเครื่องจักร เพื่อให้การทำงานของเครื่องจักรอยู่ในรูปแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 3: การออกแบบระบบแขนกล



ภาพที่ 4: การเชื่อมต่อระบบแขนกล



ภาพที่ 5: การติดตั้งและทดสอบระบบแขนกล



ภาพที่ 6: การติดตั้งและทดสอบระบบแขนกล (ต่อ)

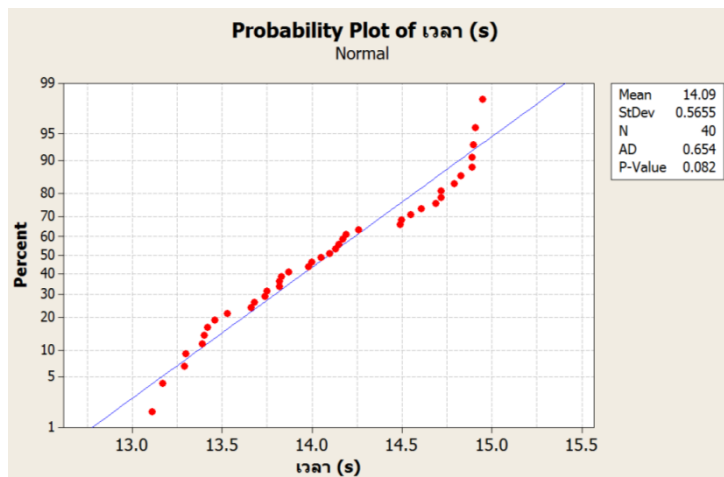
การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดสอบ และติดตั้งระบบแขนกล ทางผู้วิจัยได้ทำการอบรมการใช้งาน และการบำรุงรักษา ให้แก่พนักงาน พร้อมทั้งทำการเก็บผลการทดลองในส่วนของการปฏิบัติงานทวิคุณการทำงานของกระบวนการขึ้นรูปและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3: การเก็บเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร

ครั้งที่	เวลา (s)	ครั้งที่	เวลา (s)	ครั้งที่	เวลา (s)	ครั้งที่	เวลา (s)
1	13.75	11	14.69	21	14.49	31	14.83
2	13.68	12	14.55	22	14.17	32	14.50
3	14.72	13	14.89	23	14.13	33	14.72
4	13.42	14	13.39	24	13.30	34	14.95
5	14.19	15	14.15	25	13.17	35	13.40
6	14.00	16	13.82	26	14.79	36	14.91
7	14.26	17	13.74	27	13.83	37	14.90
8	13.98	18	13.29	28	13.66	38	14.89
9	13.53	19	13.82	29	13.46	39	14.05
10	13.87	20	14.61	30	14.10	40	13.11

จากตารางที่ 3 หลังจากทำการติดตั้งระบบแขนกล ทางผู้วิจัยได้ทำการอบรวมการใช้งานรวมถึงการปรับตั้งค่าเครื่องจักร โดยได้ทำการเก็บผลการทดลองจำนวน 40 ชุด เพื่อทำการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยของเวลาเท่ากับ 14.09 วินาที ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.565 และค่า P – Value เท่ากับ 0.082 ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: การวิเคราะห์แจกแจงของชุดข้อมูล

ในการอนุมานค่ากลางของประชากร กรณีไม่รู้ค่าความแปรปรวน (Inference on the mean of a population, Variance unknown) (ฉลอง สีแก้วสัว, 2561) ทางผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานนําวนของเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน จำนวน 40 ชุดข้อมูลซึ่งในการทดลองดังกล่าวไม่ทราบค่าความแปรปรวน จึงใช้การทดสอบโดยวิธี 1-Sample T test (C. Montgomery and George C. Runger, 2014) ดังตารางที่ 4

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรไม่แตกต่างกัน

H_1 : เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนั้นแตกต่างกัน

ตารางที่ 4: แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณการทำงานของกระบวนการขึ้นรูป หลังปรับปรุง

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
เวลา (s)	40	14.0928	0.5655	0.0894	(13.91,14.27)	0.03	0.976

จากตารางที่ 4 การทดสอบสมมติฐานโดยวิธี 1-Sample T test ในส่วนของเวลาปรับตั้งเครื่องจักร ค่า P – Value เท่ากับ 0.976 ยอมรับในสมมติฐานหลัก (H_0) เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5: แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณการทำงานของกระบวนกรขึ้นรูป หลังปรับปรุง

แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณ			
เวลา(ร.)	คน	เครื่องจักร	เวลา(ร.)
1-15	พนักงานตั้งค่าเครื่องจักร และระบบ แขนกล	ว่าง	1-2
		เครื่องจักรเลื่อนเฟรมลง	3
		เตาความร้อนเคลื่อนที่มายังพื้นที่ขึ้นรูป (ขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของ แผ่นฟิล์มพลาสติก)	4-15
16-45		เตาความร้อนเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งปกติ	16-17
		ฐานแม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้น/ท้อปแม่พิมพ์ เคลื่อนที่ลง ทำการขึ้นรูป	18-20
		วาล์วแควคัมทำงานดูดฟิล์มให้แนบ แม่พิมพ์	21-41
		ว่าง	42-45
% การ ทำงาน	33.33 %	86.66 %	% การ ทำงาน

จากตารางที่ 5 การวิเคราะห์แผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณการทำงานของกระบวนกรขึ้นรูป หลังปรับปรุง โดยการประยุกต์ใช้ระบบแขนกลพบว่าพนักงานมีหน้าที่ในการปรับตั้งเครื่องจักรเพียง 2 วินาที ต่อรอบการทำงาน (1,000 ชิ้น) และพนักงานสามารถควบคุมเครื่องจักร หรือทำงานอื่นๆที่ได้รับมอบหมายได้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีพนักงานประจำเครื่องจักรตลอดเวลา

ตารางที่ 6: การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ หลังปรับปรุง

Overall Equipment Effectiveness : OEE				
เดือน	อัตราการเดินเครื่อง	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง	อัตราคุณภาพ	OEE
1	61%	98%	49%	29%
2	74%	97%	86%	62%
3	95%	98%	98%	97%

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการสรุปข้อมูลจากการศึกษาวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยระบบแขนกล : กรณีศึกษาการผลิตขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ จากการทดสอบสมมติฐานโดยวิธี 1-Sample T test ค่า P – Value เท่ากับ 0.976 ยอมรับในสมมติฐานหลัก (H_0) เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรไม่แตกต่างกัน จากการวิจัยสามารถแยกสภาพปัญหาออกเป็น 2 ส่วนคือ ปัญหาเรื่องของการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต สามารถลดจำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตได้ 1 คน ค่าแรงพนักงาน 13,000 บาท และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ ก่อนปรับปรุง 29 % หลังปรับปรุง 97 % เพิ่มขึ้น 68 % โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7: สรุปผลการวิจัย

ลำดับ	รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	หน่วย
1	จำนวนพนักงาน	1	0	-1	คน
2	ค่าแรงพนักงานในการปฏิบัติงาน (เครื่องที่ทำการทดสอบ)	13,000	0	-13,000	บาท
3	ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์	29%	97%	68 %	%

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิจัยได้ทำการออกแบบระบบแขนกลด้วยการเชื่อมต่อการทำงานกับเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสัญญาณ โดยการจัดตั้งจำต้องต้องพิจารณาถึงระดับความลาดเอียงของพื้นที่ทำการติดตั้งแขนกลต้องอยู่ในระดับเดียวกับเครื่องจักร
2. การจัดวางตำแหน่งของเซ็นเซอร์ในจุดที่มีการสัมผัสเนื่อง ความสีกของพื้นผิว ที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรอาจส่งผลให้การทำงานของเซ็นเซอร์เกิดการดำเนินงานที่ผิดพลาด ควรมีการจัดทำมาตรฐานในการทำงาน ให้มีการตรวจสอบตำแหน่ง และการตรวจสอบความพร้อมของเซ็นเซอร์ทุกครั้งในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนเริ่มงาน

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติขจร โฆมานะสิน. (2550). *LEAN:วิธีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ :บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- คมกริช สุระเวช, จักรพงษ์ มงคลรัตน์ และเอนก แสน นุจา.(2548). *อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับ การขึ้นรูปแผ่นพลาสติกโดยวิธีเทอร์โมฟอร์มแบบสัญญาณ*. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฉลอง สีแก้วสีว. (2561). *สถิติอนุมานสำหรับหนึ่งประชากร (Statistical Inference for a Single Sample)*. สืบค้น online จาก <https://sites.google.com/site/mystatistics01/chapter3/1-sample-t-test> เมื่อ มกราคม 2561
- พิชญ์สินี โพธิจิตต. (2560). *อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก*. ส่วนเศรษฐกิจรายสาขา ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจธุรกิจ และเศรษฐกิจฐานราก.
- วิจิตร ตันทสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จริญญา มหิตาพองกุล และชูเวช ขาญสง่าเวช.(2550). *การศึกษาวิธีการทำงาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัฐลักษณ์ เตียวติ, บุญชัย แซ่สีว และศุภชัย วรรัตน์.(2557) *การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้หลักควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง :กรณีศึกษาการผลิตขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสัญญาณ*. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2557
- Douglas C. Montgomery, George C. Runger (2014). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. John Wiley & Sons, Inc.,

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกส์ของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน

Study and Development Thermoelectric electrical generator of energy saving equipment for household gas stove

กฤษณ์ แก้วศรี^{1*}, ฐกฤต ปานขลิบ²,
อภินันท์ ภูเก้าล้วน², กฤติเดช ดวงใจบุญ²

Kris Kaewsri, Thakrit Panklib,
Apinan Phukhaoluan², Krittidej Duangjaiboon²

¹สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

¹Energy and Environmental Department, Faculty of Technology, Siam Technology College

²คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

²Faculty of Technology, Siam Technology College

*Corresponding author, E-mail: apidermis_4430@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์โดยใช้ความร้อนสูญเสียจากเตาหุงต้มในครัวเรือน ซึ่งการพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกส์ (รุ่น TEC1-12706) จำนวน 12 ตัวซึ่งต่ออนุกรมกัน โดยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ถูกติดตั้งอยู่กับฮีทซิงค์ด้านอุณหภูมิสูงของอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเพื่อรับความร้อนสูญเสียจากเตาหุงต้ม ส่วนด้านที่มีอุณหภูมิต่ำของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ถูกติดตั้งกับอุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อระบายความร้อนออกจากเทอร์โมอิเล็กทริกส์ โดยการทดลองจะแบ่งเป็น 3 กรณี กรณีแรก (Case A) ทำการทดสอบโดยไม่มีน้ำระบายความร้อน (0 ลิตรต่อนาที) กรณีที่สอง (Case B) ทำการทดสอบโดยมีน้ำระบายความร้อน (5 ลิตรต่อนาที) และกรณีที่สาม (Case C) ทดสอบโดยมีน้ำระบายความร้อน (9 ลิตรต่อนาที) และแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 (Unsteady state) ทดสอบเก็บค่าต่างๆ โดยควบคุมให้น้ำในภาชนะมีอุณหภูมิตั้งแต่ 40 – 100 องศาเซลเซียส ขั้นตอนที่ 2 (Steady state) เมื่อน้ำมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ทำการเก็บผลการทดลองต่อเนื่องอีก 5 นาที

ผลการทดลองพบว่าเมื่อระบบมีน้ำระบายความร้อนไหลผ่านมากที่สุด (9 ลิตรต่อนาที) ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างครีบริ้นและครีบริ้นเย็นเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดคือ 5.198 วัตต์ ทั้งนี้เมื่อควบคุมให้มีการไหลของน้ำลดลงที่ 0 ลิตรต่อนาที และ 5 ลิตรต่อนาที สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 0.493 วัตต์และ 4.623 วัตต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริกส์/เตาหุงต้ม/ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก/กำลังไฟฟ้า

ABSTRACT

This study investigates the electrical energy generated by thermoelectric by using heat loss from the domestic cooking stove. The development of equipment for the

production of household electric stoves and the production of electricity using 12-thermoelectric (TEC1-12706). High temperature side of thermoelectric is installed with the heat sink. Low temperature side of thermoelectric is installed with the water cooling device. The first case (Case A) was tested without cooling water (0 liters per minute). The second case (Case B) was tested with cooling water (5 liters per minute) and the third case (Case C) tested with cooling water (9 liters per minute). All case was divided into 2 steps. The first step (Unsteady state) was controlled the water temperature in the container from 40 to 100 °C. The second step (Steady state), the experiment will continue another 5 minutes when the water temperature is 100 °C.

The results showed that when the system had the highest flow (9 liters per minute), the difference in temperature between hot and cold was increased. As a result, the power generation is increased with the maximum power output of 5.198 watts. By controlling the flow of water at 0 liters per minute and 5 liters per minute, it produces maximum power at 0.493 watts and 4.623 watts respectively.

Keywords: Thermoelectric /Cooking stove /Small electric generator /Power

บทนำ

ในปัจจุบันโลกมีความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นและเพื่อรองรับเทคโนโลยีต่างๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้น เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ โทรศัพท์ เครื่องจักรกล การผลิตในอุตสาหกรรม รถไฟฟ้า และอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งอุปกรณ์ที่กล่าวมานั้นล้วนแล้วแต่ต้องใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ เพื่อขับเคลื่อนกิจกรรมของอุปกรณ์เหล่านั้น ส่งผลให้การใช้พลังงานในทุกๆ รูปแบบมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้พลังงานมีราคาแพงและเกิดปัญหาสภาวะโลกร้อน ทุกประเทศทั่วโลกจึงพยายามแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ๆ และวิธีการใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ (Thermoelectric cell) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งของการแปรรูปพลังงานเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

งานวิจัยนี้พัฒนาอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาแก๊สหุงต้มและผลิตกระแสไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพในส่วนของการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นการต่อยอดเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนที่สำคัญและเป็นอีกทางเลือกในการแก้ปัญหาวิกฤติด้านพลังงานในอนาคต สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงกับประชาชน โดยเน้นพัฒนาในส่วนของการผลิตไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก ด้วยวิธีระบายความร้อนด้วยน้ำซึ่งคาดการณ์ว่าจะเป็น การแก้ไขปัญหาการระบายความร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ได้ดีส่งผลให้อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาแก๊สหุงต้มและผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถประหยัดเชื้อเพลิงทางด้านความร้อนและยังสามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กได้

บททวนวรรณกรรม

ฐกฤต ปานชลธิ, องอาจ วิเศษสุข, โกศาตร์ ทวีขศรี ได้ศึกษาและสร้างต้นแบบนวัตกรรมเพื่อประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกส์หลังจากนั้นทำการทดสอบอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา คือ กรณีแรกทดสอบการทำงานโดยไม่ได้อัดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานที่สร้างขึ้น กรณีที่สอง ทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ซึ่งในแต่ละกรณีได้ถูกออกแบบให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น ในพื้นที่ปิดและที่อัตราเร็วลมไหลผ่าน

ต่างกัน ผลทดลองทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนหลังติดตั้งอุปกรณ์จากกรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4 เพิ่มขึ้น 4.68%, 7.82%, 12.21% และ 18.58% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ประมาณ 10.82% แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน จะแปรผันตรงกับความแตกต่างของอุณหภูมิครีโโลหะของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ระหว่างด้านอุณหภูมิต่ำและด้านอุณหภูมิสูง อุปกรณ์จะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาในลักษณะเชิงเส้น โดยเฉลี่ย 2.5-3.0 โวลต์

เจนศักดิ์ เอกบุรณวัฒน์ สร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลเป็นตัวผลิตไฟฟ้าระบบที่สร้างขึ้นสามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ได้โดยตรง และได้ทำการทดสอบหาคุณลักษณะทางไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลที่ใช้โดยกำหนดอุณหภูมิด้านอุณหภูมิสูงของตัวเทอร์โมอิเล็กทริกส์ไว้ที่อุณหภูมิ 100,125,150 และ175 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิด้านอุณหภูมิต่ำไว้ที่ 50 องศาเซลเซียส ในส่วนของการประจุแบตเตอรี่ช่วงจรแปรผันไฟตรงแบบเซปิก (Sepic) ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ T89C51AC2 โดยโปรแกรมให้วงจรสามารถทำงานที่จุดพลังงานสูงสุดได้ตลอดการประจุแม้ความร้อนที่จ่ายให้ตัวเทอร์โมอิเล็กทริกส์จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ระบบที่ดำเนินการสามารถประจุแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ 12 แอมแปร์-ชั่วโมง ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 7.99 วัตต์

กิตติ นิลมั่ง ได้ศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์โดยการใช้ความร้อนเหลือทิ้งจากท่อไอเสียรถยนต์ด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์รุ่น TEC1-12709 90 วัตต์ จำนวน 6 ตัวนำมาต่ออนุกรมกัน โดยด้านน้อยของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ถูกติดตั้งที่ท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Champ ชุดระบายความร้อนถูกติดตั้งด้านอุณหภูมิต่ำของเทอร์โมอิเล็กทริกส์เพื่อระบายความร้อนออกจากเทอร์โมอิเล็กทริกส์ขนาดของครีโบริบายความร้อนที่ใช้ในการทดสอบคือ 50 x 62 มิลลิเมตร และ 105 x 130 มิลลิเมตร แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ได้ถูกปรับเพิ่มด้วยวงจรปรับแรงดันไฟฟ้าก่อนอัดประจุเข้าสู่แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือขนาด 3.7 โวลต์ 950 มิลลิแอมป์ชั่วโมง และ 3.5 วัตต์ชั่วโมงการทดสอบได้ดำเนินการขณะรถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20, 40, 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,000 – 2,500 รอบต่อนาที ผลการทดลองพบว่าเมื่อความเร็วของรถยนต์เพิ่มขึ้นมีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 64.6%, 89.2% และ 97.8% สำหรับความเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

Dan Mastbergen ได้วิจัย ค้นคว้า เกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Thermoelectric โดยอาศัยแหล่งความร้อนจากผนังเตาหุงต้มชีวมวล โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้กับพัดลมเพื่อเติมอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ และชาร์จแบตเตอรี่ขนาดเล็ก แม้ว่าประสิทธิภาพที่ได้ค่อนข้างต่ำแต่ก็ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ห่างไกลและรุดกันดารกันอย่างแพร่หลาย งานวิจัยชิ้นนี้จึงเปรียบเสมือนการพัฒนาต่อยอดจากองค์ความรู้ของเทคโนโลยีทั้งสอง ให้เป็นนวัตกรรมใหม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนและประเทศ ทั้งในด้านการอนุรักษ์พลังงานและการนำเอาความร้อนสูญเสียมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

การถ่ายเทความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มกับภาชนะ

การถ่ายเทความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มกับภาชนะจะเกิดขึ้นใน 2 ส่วน คือ

1. การถ่ายเทความร้อนจากด้านล่างของภาชนะ

ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแก๊สจะถ่ายเทจากทางด้านล่างของภาชนะโดยวิธีการพาความร้อนของไอเสียและการแผ่รังสีความร้อนของเปลวไฟ โดยประมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากทางด้านล่างของภาชนะจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของภาชนะหรือพื้นที่สัมผัสด้านล่าง ถ้าพื้นที่มากการถ่ายเทความร้อนจะเกิดได้ดี

และการถ่ายเทความร้อนยังขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านล่างของภาชนะ และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของเหลวไฟและพื้นผิวด้านล่างของภาชนะอีกด้วย

2. การถ่ายเทความร้อนจากด้านข้างของภาชนะ

ความร้อนที่ถ่ายเทสู่ด้านข้างของภาชนะเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยกระบวนการพาความร้อนของไอเสียและการแผ่รังสีความร้อนของไอเสียความร้อนที่ถ่ายเทจากทางด้านล่างของภาชนะ จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านข้างของภาชนะและความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของไอเสียเมื่อไหลสัมผัสกับพื้นผิวด้านข้างของภาชนะ ซึ่งเป็นไปตาม Newton law of cooling

ทฤษฎีเทอร์โมอิเล็กทริกส์(Thermoelectric)

ปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์ เป็นการเปลี่ยนความร้อนให้เป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง และในทางกลับกันก็สามารถเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นความเย็นหรือความร้อนได้โดยตรง โดยกระบวนการจะอาศัยหลักการสั่นสะเทือนของโครงสร้างภายในวัสดุเชิงฟิสิกส์ควอนตัม เมื่อวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกส์ได้รับอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างปลายทั้ง 2 ข้างพบว่าจะมีการถ่ายเทอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำกว่า นั่นคือมีการสั่นของอนุภาคโฟนอน (Phonon) และการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (Electron) จะได้พลังงานไฟฟ้าออกมาในทางตรงข้าม เมื่อวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีความต่างศักย์ไฟฟ้าจะมีการถ่ายเทความต่างศักย์ไฟฟ้าจากความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำจะได้ความเย็นออกมาเป็นไปตามหลักการของเพลเทียร์

ปรากฏการณ์ซีเบค (Seebeck effect)

ในปี ค.ศ. 1821 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน Thomas Johann Seebeck ได้ค้นพบว่าถ้าให้ความร้อนที่รอยต่อของโลหะ 2 ชนิด จะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายโลหะทั้งสอง เนื่องจากกลุ่มอิเล็กตรอนในโลหะด้านร้อนจะมีพลังงานจลน์สูงกว่าโลหะด้านเย็นและเคลื่อนที่เร็วกว่า จึงทำให้เกิดความแตกต่างปริมาณของอิเล็กตรอนที่ปลายโลหะดังกล่าว ซีเบค ได้สรุปว่าความแตกต่างอุณหภูมิมีผลทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในโลหะ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Seebeck effect

โครงสร้างของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์

อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่ผลิตกันในเชิงพาณิชย์ จะมีการกำหนดข้อมูลเฉพาะ ทั้งขนาดพื้นที่รูปร่างและกำลังไฟฟ้าของเซลล์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายตามวัตถุประสงค์ โดยในการผลิตทางอุตสาหกรรมเทอร์โมอิเล็กทริกส์ชนิดสารกึ่งตัวนำแบบพีและเอ็น (P type - N type) จะถูกนำมาจัดเรียงบนแผ่นฉนวนไฟฟ้าต่อสลับอันดับกันทางวงจรไฟฟ้าและต่อขานกันในช่วงวงจรความร้อนบนพื้นที่กว้าง ทั้งนี้เพื่อให้มีทิศทางการเคลื่อนที่ของพาหะไฟฟ้าที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ Peltier effect เป็นการสร้างรอยต่อโอห์มมิกที่ผนังอุปกรณ์ด้านอุณหภูมิสูงและด้านอุณหภูมิต่ำ

การนำอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์ไปใช้งาน

ปรากฏการณ์ Seebeck effect และ Peltier effect ได้รับการพัฒนาเป็นอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่ทำงานตามกระบวนการอุณหพลศาสตร์ใน 2 รูปแบบ คือ จักรกลความร้อน (Heat engine) และจักรกลสูบความร้อน (Heat pump) โดยมีการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์แยกชนิดตามหน้าที่ในการทำงานดังนี้

1. อุปกรณ์ทำความเย็น (Thermoelectric cooler ตัวย่อ TEC.)

อุปกรณ์ทำความเย็น เรียกว่า Thermoelectric cooler (TEC.) หรือ Peltier cooler การทำความเย็นด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านบริเวณรอยต่อโอห์มมิกของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์คู่เลออร์ อาศัยผลการดูดกลืนความร้อนของกลุ่มอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่จากรอยต่อด้านเย็นผ่านเทอร์โมอิเล็กทริกส์ และนำไปปลดปล่อยที่รอยต่อด้านอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิ โดยมีผลให้รอยต่อด้านอุณหภูมิต่ำมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้าและการระบายความร้อนที่รอยต่อด้านอุณหภูมิสูงออก

2. อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากความร้อน (Thermoelectric generator ตัวย่อ TEG.)

อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากความร้อนตามปรากฏการณ์ Seebeck effect เรียกว่า Thermoelectric generator การกำเนิดไฟฟ้าด้วยความร้อนจากพฤติกรรมรอยต่อโอห์มมิก (Ohmic junction) ของอุปกรณ์ Thermoelectric generator อาศัยความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างรอยต่อด้านอุณหภูมิสูงและด้านอุณหภูมิต่ำของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ มีผลให้กลุ่มอิเล็กตรอนในวัสดุด้านอุณหภูมิสูงมีพลังงานจลน์สูงกว่าวัสดุด้านอุณหภูมิต่ำและเคลื่อนที่เร็วกว่า เกิดความต่างปริมาณของประจุไฟฟ้าและกำเนิดไฟฟ้าขึ้นที่ปลายขั้วต่อของอุปกรณ์ พร้อมจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลด (Load) ได้โดยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกส์จะเหมาะกับแหล่งความร้อนประเภทต่ำ (Low Grade waste heat) เนื่องจากข้อจำกัดด้านการทนอุณหภูมิของเซลล์

ระดับอุณหภูมิของแหล่งความร้อนสูญเสีย

ความร้อนสูญเสียจากการหุงต้มจะเป็นความร้อนเกรดต่ำ (low grade source) มีอุณหภูมิในช่วง 60 ถึง 120 องศาเซลเซียส ซึ่งความร้อนจากแหล่งความร้อนสูญเสียดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์แทนที่จะสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศ อีกประการหนึ่งลักษณะของความร้อนเป็นแหล่งพลังงานที่ให้ความร้อนต่อเนื่องและมีอุณหภูมิที่ไม่เปลี่ยนแปลงมาก จึงสามารถนำมาใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Thermoelectric generator เพื่อนำความร้อนสูญเสียมามีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

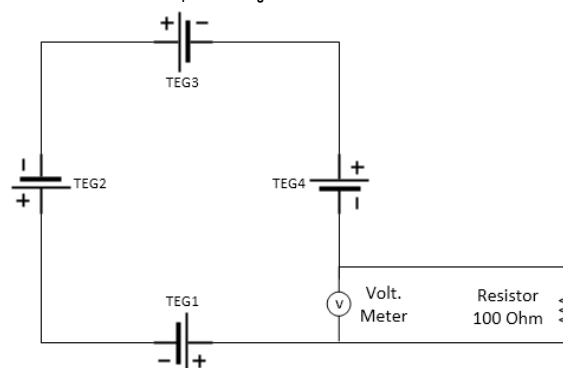
1. ศึกษา ออกแบบ และพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกส์ของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน
2. พัฒนารูปแบบการอนุรักษ์พลังงานจากสิ่งรอบตัวและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
3. สร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานและผลิตไฟฟ้าจากเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้า
4. ตรวจสอบการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตได้จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

การออกแบบนวัตกรรม

อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนและผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ชุด ชุดแรกคืออุปกรณ์บังลมซึ่งจะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนและป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนสู่สภาพแวดล้อมและชุดที่สองคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การต่อวงจรไฟฟ้า

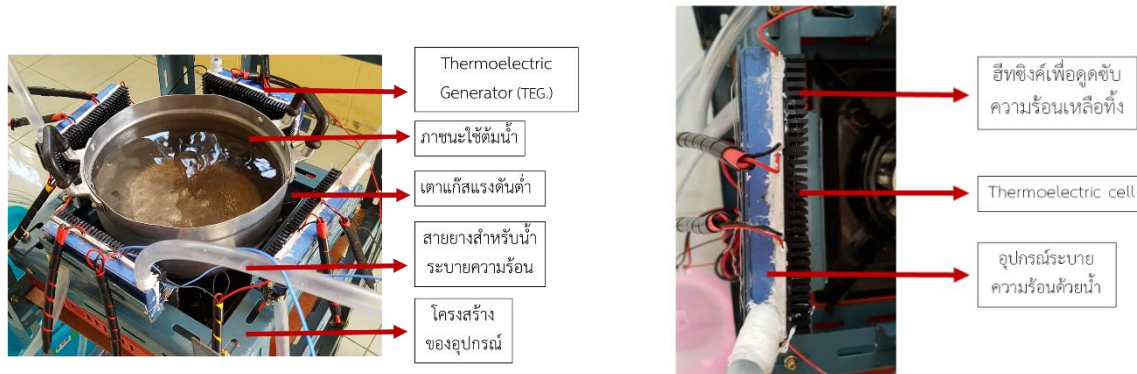
อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาแก๊สหุงต้มและผลิตไฟฟ้าในครัวเรือนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ถูกพัฒนาในส่วนของการผลิตไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกส์เซลล์แบ่งเป็น 4 ชุด ชุดละ 3 เซลล์ ทั้งหมด 12 เซลล์ เรียกว่า Thermo electric generator ใช้ตัวย่อว่า TEG. นำมาต่ออนุกรมกันเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดโดยชุด TEG. จะต่อแบบอนุกรมอยู่กับ Resistor 100 โอห์ม ดังรูปที่ 8



ภาพที่ 1 รูปวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มและผลิตไฟฟ้าในครัวเรือน

รูปอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการสร้างอุปกรณ์ผู้วิจัยได้ใช้หลักเป็นโครงสร้างของอุปกรณ์และประกอบอุปกรณ์ต่างๆดังภาพที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และภาพที่ 3 ส่วนประกอบของ Thermoelectric Generator



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของ Thermoelectric generator

วิธีทำการทดลอง

แบ่งเป็น 3 กรณีดังนี้

กรณี A ทดสอบโดยไม่มีน้ำระบายความร้อน (0 ลิตรต่อนาที)

กรณี B ทดสอบโดยมีน้ำระบายความร้อน (5 ลิตรต่อนาที)

กรณี C ทดสอบโดยมีน้ำระบายความร้อน (10 ลิตรต่อนาที)

และแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบเก็บค่าต่างๆ โดยควบคุมให้น้ำในภาชนะมีอุณหภูมิตั้งแต่ 40 – 100 องศาเซลเซียส (Unsteady state)

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อน้ำมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ทำการเก็บผลการทดลองต่อเนื่องอีก 5 นาที (Steady state)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

กรณี A

การทดสอบกรณี A ช่วง Unsteady state เป็นการทดสอบกรณีที่ไม่มีน้ำมาช่วยระบายความร้อน ครีبد้านอุณหภูมิต่ำของ TEG. จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิด้านอุณหภูมิสูงนั้นสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 95 องศาเซลเซียส ในส่วนของครีبد้านอุณหภูมิต่ำก็มีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิของทั้ง 2 ด้านมีค่าต่ำโดยค่าแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 13 องศาเซลเซียส เท่านั้นซึ่งส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชุด TEG. น้อยตามไปด้วย โดยมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 0.493 วัตต์ เมื่อทำการทดสอบที่ A1 เสร็จ ทำการทดสอบต่อไปอีก 5 นาทีโดยเก็บผลการทดลองทุกๆ 30 วินาที พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที ครีبد้านร้อนของชุด TEG. มีอุณหภูมิสูงถึง 113.8 องศาเซลเซียส ส่วนครีبد้านเย็นมีอุณหภูมิอยู่ที่ 107.5 องศาเซลเซียส และชุด TEG. ไม่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาได้ โดยหยุดผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่นาทีที่ 3 ของการทดสอบ A ช่วง Steady state ทำให้สามารถสรุปได้ว่าชุด TEG. ไม่สามารถทำการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้หากไม่มีการระบายความร้อนให้กับด้านอุณหภูมิต่ำ

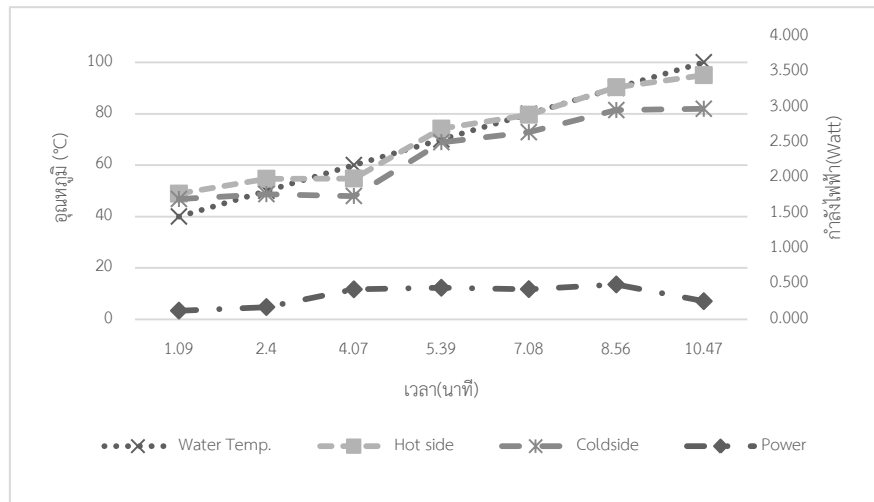
กรณี B

การทดสอบกรณี B เป็นการทดสอบที่ให้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนด้านร้อนของชุด TEG. โดยควบคุมอัตราการไหลที่ 5 ลิตรต่อนาที จากการทดสอบพบว่าครีبد้านอุณหภูมิต่ำมีอุณหภูมิต่ำลงมากกว่าการทดสอบกรณี A อุณหภูมิของครีبد้านอุณหภูมิต่ำของการทดสอบกรณี B มีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยตามลำดับ เช่นเดียวกันกับครีبد้านอุณหภูมิสูง โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 34.2 องศาเซลเซียส ซึ่งส่งผลให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ของการทดสอบ B คือ 3.02 วัตต์ (มากกว่าการทดสอบ A 2.53 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 84) เมื่อทดสอบต่อเนื่องในช่วง Steady State พบว่าค่าอุณหภูมิของครีبد้านอุณหภูมิสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 91.26 องศาเซลเซียส ครีبد้านอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยอยู่ที่ 41.83 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนด้านก่อนชุดระบายความร้อนค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส ด้านออกเฉลี่ยอยู่ที่ 32.14 องศาเซลเซียส และมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากชุด TEG. สูงที่สุดอยู่ที่ 4.623 วัตต์ ซึ่งมากกว่าการทดสอบ A อยู่ที่ 4.387 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 95

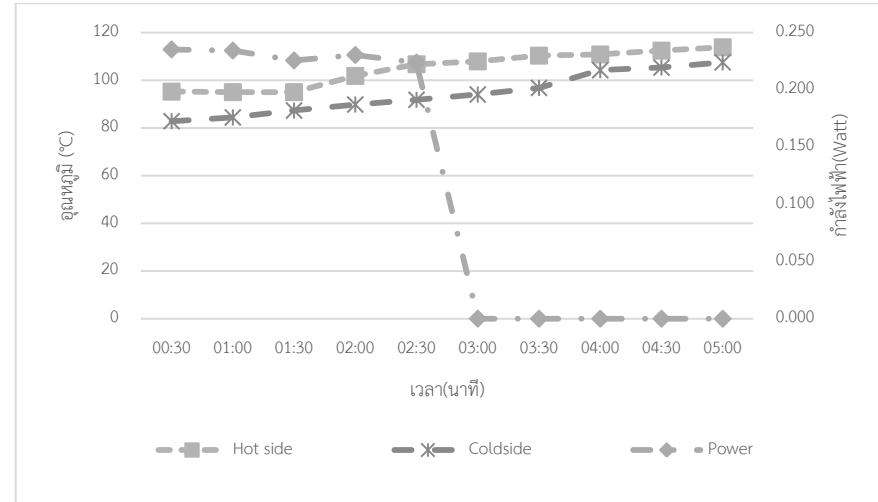
กรณี C

การทดสอบกรณี C เป็นการทดสอบโดยควบคุมให้น้ำเพื่อระบายความร้อนครีبد้านอุณหภูมิต่ำของชุด TEG. อยู่ที่ 9 ลิตรต่อนาที ซึ่งเป็นค่าการไหลของน้ำสูงสุดที่อุปกรณ์สามารถทำได้ จากการทดสอบค่าต่างๆ จะคล้ายกับการทดสอบใน Case A และ B แต่เนื่องจากการควบคุมให้น้ำเพื่อระบายความร้อนครีبد้านอุณหภูมิต่ำมากกว่าใน Case A และ B ทำให้มีการระบายความร้อนได้ดีกว่า อุณหภูมิครีبد้านอุณหภูมิต่ำลดต่ำกว่าในการทดสอบ B โดยการทดสอบ B มีอุณหภูมิครีبد้านอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยอยู่ที่ 35.27 องศาเซลเซียส การทดสอบ C มีอุณหภูมิครีبد้านอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยอยู่ที่ 33.61 องศาเซลเซียส ส่วนของอุณหภูมิน้ำที่นำมาระบายความร้อนด้านเข้าเฉลี่ยอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส และด้านออกเฉลี่ยอยู่ที่ 31.81 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำออกของการทดสอบ B ซึ่งโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 32.01 องศาเซลเซียส เพียง 0.2 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การทดสอบช่วง Unsteady state ของกรณี C สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 3.46 วัตต์

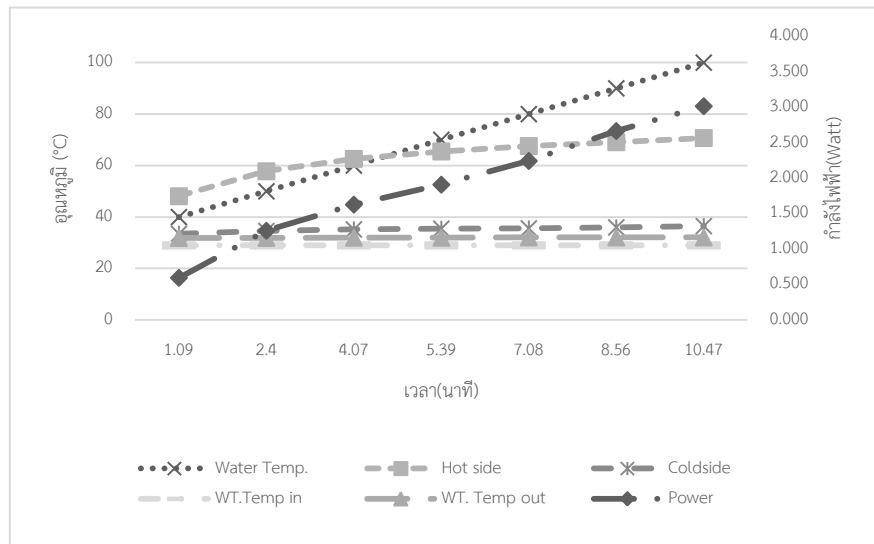
การทดสอบกรณี C ช่วง Steady state ทำการทดสอบและเก็บค่าต่างๆต่อเนื่องพบว่าอุณหภูมิของครีبد้านร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 90.86 องศาเซลเซียส ครีبد้านอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยอยู่ที่ 38.03 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนด้านเข้าเฉลี่ยอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส ด้านออกเฉลี่ยอยู่ที่ 31.84 องศาเซลเซียส และมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากชุด TEG. สูงที่สุดอยู่ที่ 5.19 วัตต์ ซึ่งมากกว่าการทดสอบ B อยู่ที่ 0.56 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 11.08



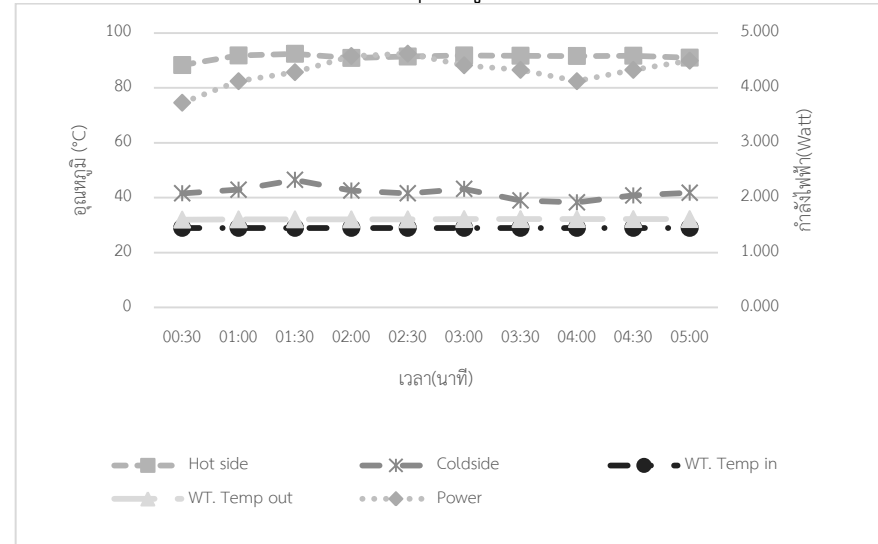
ภาพที่ 4 การทดสอบกรณี A (Unsteady state)



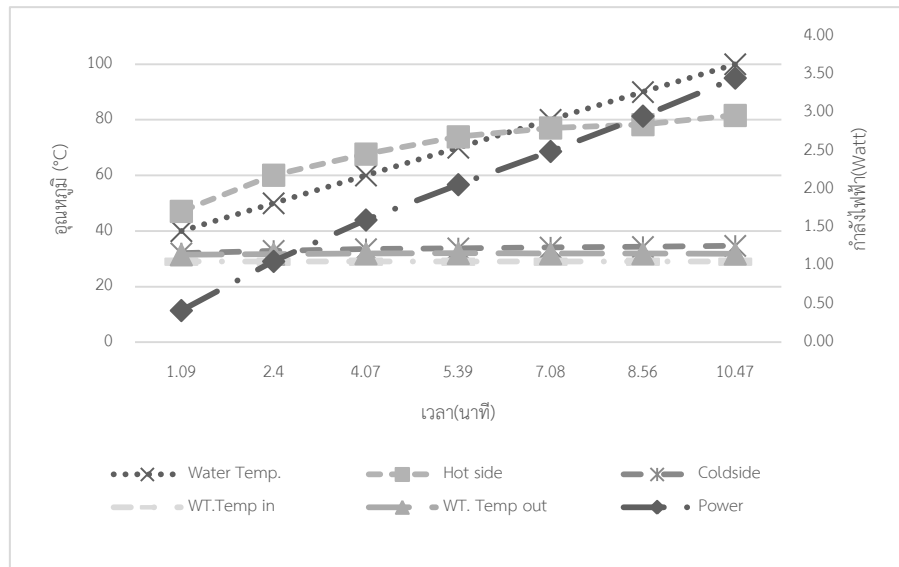
ภาพที่ 5 การทดสอบกรณี A อุณหภูมิคงที่ 5 นาที (Steady state)



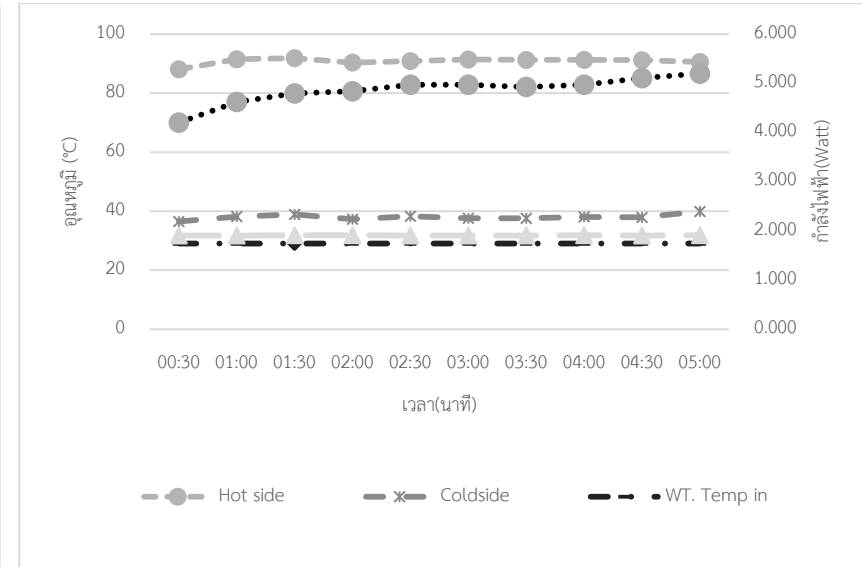
ภาพที่ 6 การทดสอบกรณี B (Unsteady state)



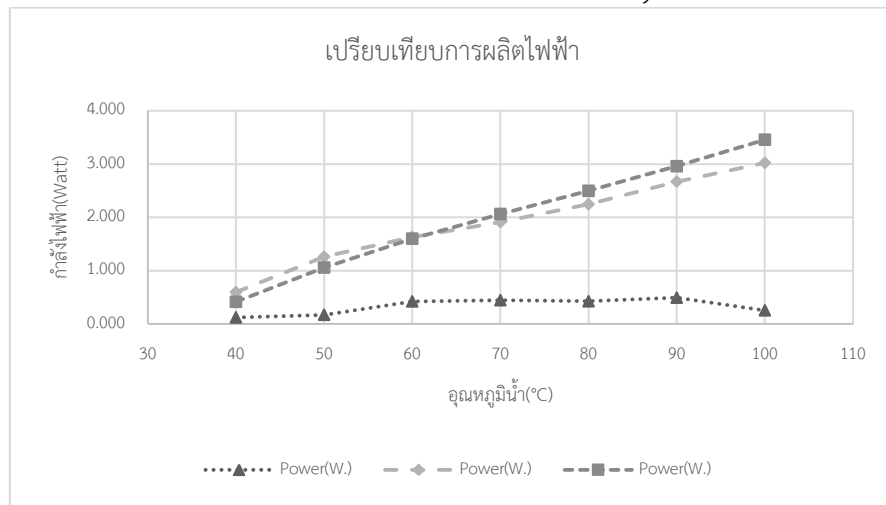
ภาพที่ 7 การทดสอบกรณี B อุณหภูมิคงที่ 5 นาที (Steady state)



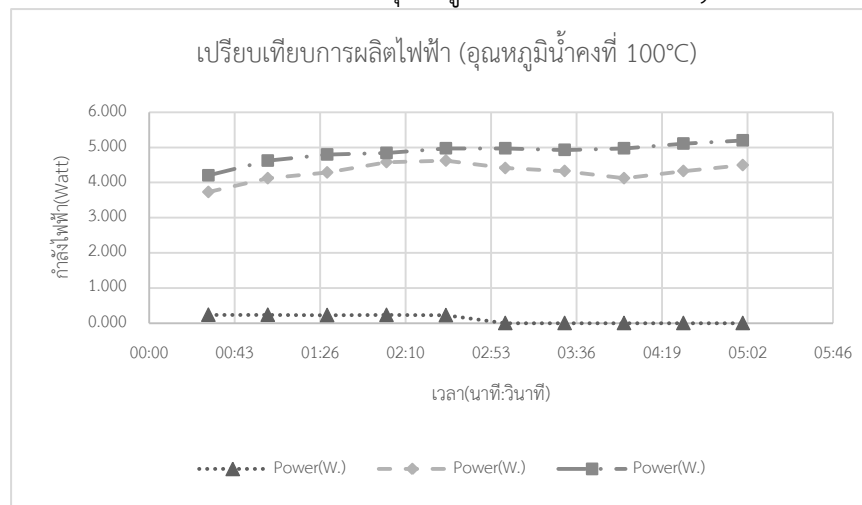
ภาพที่ 8 การทดสอบกรณี C (Unsteady state)



ภาพที่ 9 การทดสอบกรณี C อุณหภูมิคงที่ 5 นาที (Steady state)



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าในขั้นตอนที่ 1 (Unsteady State)



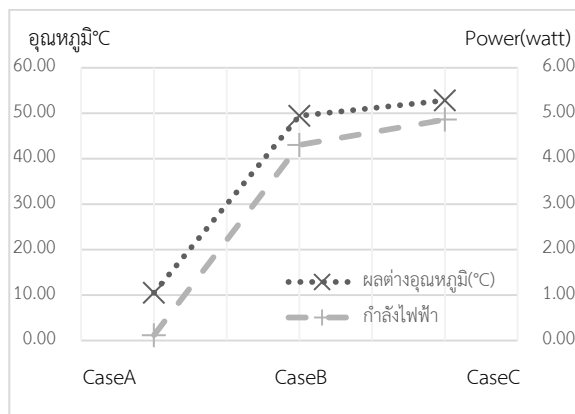
ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าในขั้นตอนที่ 2 (steady State)

การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้า

การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าในช่วง (Unsteady state) พบว่ากรณี C สามารถผลิตไฟฟ้าได้ดีที่สุดที่ 3.455 วัตต์ กรณี B สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 3.021 วัตต์ และ C สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 0.493 วัตต์ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนมีผลโดยตรงกับการผลิตไฟฟ้าของ TEG.

การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าในช่วง (Steady state) เมื่อให้น้ำระบายความร้อนชุด TEG. สูงสุดที่ 9 ลิตรต่อนาที (กรณี C) สามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 5.198 W กรณี B มีน้ำระบายความร้อนชุด TEG. ที่ 5 ลิตรต่อนาที สามารถผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ 4.623 วัตต์ และกรณี A มีน้ำระบายความร้อนชุด TEG. ที่ 0 ลิตรต่อนาที สามารถผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ 0.235 วัตต์ จากภาพที่ 12 เป็นการนำข้อมูลเฉลี่ยของผลต่างอุณหภูมิด้านอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำมาเปรียบเทียบกับกราฟการผลิตไฟฟ้าจากชุด TEG. โดยนำข้อมูลมาจากการทดลองที่ A, B และ C แสดงให้เห็นว่าผลต่างอุณหภูมิมีผลโดยตรงกับการผลิตกระแสไฟฟ้าสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลต่างอุณหภูมิและพลังงานไฟฟ้า(เฉลี่ย)



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้ากับผลต่างอุณหภูมิ(เฉลี่ย)

การทดสอบ	ผลต่างอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟฟ้า
		Watt
กรณี A	10.50	0.11
กรณี B	49.43	4.30
กรณี C	52.83	4.86

สรุปผลการทดลอง

1. อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้า ประกอบด้วย Thermo electric cell รุ่น TEG1-12706 จำนวน 12 เซลล์ต่ออนุกรมกัน ทำการทดสอบโดยควบคุมให้มีการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 0 ลิตรต่อนาที 5 ลิตรต่อนาทีและ 9 ลิตรต่อนาที จากการทดสอบอุปกรณ์สามารถผลิตไฟฟ้าได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 0.493 วัตต์, 4.623 วัตต์, 5.198 วัตต์ตามลำดับ

2. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะแปรผันตรงกับผลต่างของอุณหภูมิครีโบลหะของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ด้านอุณหภูมิต่ำและด้านอุณหภูมิร้อน โดยจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาในลักษณะเชิงเส้นสูงสุดที่ 5.198 วัตต์

3. อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพ จะช่วยในการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนหรือจากเตาหุงต้ม สู่ด้านล่างและจากด้านข้างของภาชนะ และที่สำคัญยังเป็นการป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อน การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย

4. แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมา สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ วิทยุ เครื่องมือสื่อสาร หรือชาร์จแบตเตอรี่ขนาดเล็กสำหรับคอมพิวเตอร์พกพาหรือไฟฉาย โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลทุรกันดาร หรือชุมชนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ได้อย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ผลงานการศึกษาและวิจัยชิ้นนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับครัวเรือน ร้านอาหาร และอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้ทันที
2. ควรมีการทำระบบน้ำวนสำหรับน้ำที่ใช้ระบายความร้อนชุด TEG. เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้ น้ำที่นำมาใช้ระบายความร้อนยังไม่มีระบบน้ำวนทำให้สิ้นเปลืองน้ำที่นำมาใช้ระบายความร้อน

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ นิลผึ่ง. (2555). การอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่ใช้ความร้อนทั้งจากไอเสีย, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- เจนศักดิ์ เอกบุรณวัฒน์. (2548). การจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก, สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะ พลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ฐกฤต ปานชลิบ, งามอาจ วิเศษสุข และโกศาตร์ ทวีศรี. (2557). อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้ม ครัวเรือนและผลิตกระแสไฟฟ้า (Energy Saving Equipment for House Cooking Stove with Electric Generator), สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม.
- ทศวรรษ สีตะวัน, เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกส์ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทพร วันเรียน. (2559). ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ เทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับเลนส์เฟรสเนล, ประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่ง ประเทศไทยครั้งที่ 9, 3ภาคีฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- แสงดาว สังข์แก้ว, ปิ่นอนงค์ แก้วมณี และสมภพ จิระเจษฎา. (2546). การศึกษาพฤติกรรมและการประยุกต์ใช้ งานเทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์, ปรินซ์นิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Dan Mastbergen, Sachin Johsi, Bryan Wilson. "Development of a Thermoelectric Cook stove for Generating Electric Power." Presented at the ETHOS International Stove Research Conference. January 28-29. Kirkland, Washington.
- Ferrotec. Thermoelectric Technical Reference – Basic Principles of Thermoelectric Materials. [online]. Available from: <https://thermal.ferrotec.com/technology/thermoelectric-reference-guide/thermalref02/>

ระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียงสำหรับภาษาไทยแบบขึ้นอยู่กับประโยค

TEXT-DEPENDENT SPEAKER VERIFICATION SYSTEM FOR THAI LANGUAGE

นารณรินทร์ สุมะนังกุล¹, วีรวุฒิ ทฬะทิกกรรม², วาทยา ชุณหวิจิตร³
Nartnarin Sumanungkul¹, Weerawut Thanhikam², Vataya Chunwijitra³

^{1,2}คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2}Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

³สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สังกัดศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

³National Science and Technology Development Agency,

National Electronics and Computer Technology Center

*Corresponding author, E-mail: kangkang_classmat@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียงสำหรับภาษาไทยแบบขึ้นอยู่กับประโยค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิจัย พัฒนาระบบยืนยันตัวตนด้วยเสียงพูดภาษาไทยแบบขึ้นอยู่กับประโยค (Text-Dependent) โดยพูดคำว่า “ยืนยันตัวตนด้วยเสียง” และสร้างแบบจำลองโปรแกรม

การพัฒนาระบบยืนยันตัวตนด้วยเสียงพูดในงานวิจัยนี้ ได้นำวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบลึก (Deep Neural Networks) มาใช้ในการสร้างแบบจำลองเสียงพูด อีกทั้งนำเทคนิค MFCC (Mel-frequency cepstral coefficients) และ I-vector มาใช้ในการสกัดค่าลักษณะสำคัญ (Feature extraction) และอาศัยเทคนิค PLDA (Probabilistic Linear Discriminant Analysis) มาใช้สำหรับการคัดเลือกค่าลักษณะสำคัญด้วย

ผู้วิจัยเลือกการสกัดค่าลักษณะสำคัญเสียง I-Vector แบบเทคนิค DNN ที่ค่ามิติ 100 และจัดทำตัวอย่างโปรแกรมที่จะใช้ในการทดสอบจริงพบว่าอัตราการปฏิเสธผู้ใช้งานที่เป็นเจ้าของเสียง FRR (False Reject Rate) อยู่ที่ 22 คนคิดเป็นร้อยละ 22 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแม้จะถูกปฏิเสธบ้างแต่ถือเป็นอัตราความผิดพลาดเชิงบวกที่ยอมรับได้ และอัตราการยอมรับผู้ใช้งานที่ไม่ได้เป็นเจ้าของเสียง FAR (False Accept Rate) อยู่ที่ 37 คนคิดเป็นร้อยละ 37 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีเนื่องจากผู้ที่ไม่ได้ทำการลงทะเบียนไม่ควรได้รับการยอมรับให้เข้าใช้งานซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหาย หรือการแอบอ้างตัวตนของเจ้าของข้อมูลนั้นได้ซึ่งเป็นการผิดพลาดเชิงลบ และอัตราความผิดพลาดที่เท่ากัน EER (Equal Error Rate) อยู่ที่ร้อยละ 29.5 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้

คำสำคัญ: เสียง ผู้พูด ยืนยันตัวตน ภาษาไทย ระบบ

ABSTRACT

Text-dependent Speaker verification system for Thai language have been prepared for the purpose for research, develop speaker modeling for Thai language with text-dependent which word is “Yunyan taw tn dwy seiyng” and develop speaker verification program.

In this research for develop Speaker verification system, we use DNN (Deep Neural Networks) for train speaker modeling, MFCC (Mel-frequency cepstral coefficients) and I-vector for feature extraction and PLDA (Probabilistic Linear Discriminant Analysis) for select important extraction.

We use DNN I-Vector 100 dimension and develop speaker verification program that will be used in real testing, in summary of the score that reject user who enrollment (False reject rate) is 22%, It is considered a good criterion even though it is reject sometimes, but it is an acceptable. And the score that accept user who does not enrollment (False accept rate) is 37%, It is considered a bad criterion because user who does not enrollment should not be allowed access. Those may cause damage or impersonation to data. And Equal Error Rate is 29.5% which is considered a rather fair criterion for use.

Keywords: Voice, Speaker, Verification, Thai language, System

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีต่างๆ ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันไม่ว่าจะด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ หรือ แม้แต่กระทั่งด้านการเงิน ทั้งนี้ทุกอย่างย่อมมีขอบเขตความเป็นส่วนตัว หรือสิ่งที่สำคัญที่สุดคือความปลอดภัย ในข้อมูลของผู้ใช้งานจึงเกิดระบบยืนยันตัวตนด้วยรูปแบบต่างๆ ขึ้นมา ฉะนั้นในแต่ละตัวบุคคลจะมีเสียงที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างกันออกไปดังเช่นลายนิ้วมือ หรือดีเอ็นเอ เป็นต้น ผู้ศึกษาจึงนำส่วนนี้มาใช้ในการศึกษาเป็น พื้นฐานในการต่อยอด เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน หรือโปรแกรมให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ข้อดีของการ ยืนยันตัวตนด้วยเสียงมีข้อดีคือสามารถยืนยันตัวตนจากทางไกลได้ ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเดินทาง หรือไป ยืนยันตัวตนถึงที่ ทำให้มีความสะดวกสบาย ประหยัดเวลา เช่นธนาคารที่ต้องการยืนยันตัวตนลูกค้าทำธุรกรรม ทางการเงินผ่านสายโทรศัพท์ว่าเป็นบุคคลนั้นจริงๆ หรือไม่ เป็นต้น

เทคโนโลยีนี้ได้เริ่มมีการใช้งานอย่างจริงจัง และกว้างขวางมากขึ้น ล่าสุดทางซีดีแบงก์ได้นำเทคโนโลยี รู้จำผู้พูด (Speaker recognition) มาใช้ในการตรวจสอบตัวตนของบุคคลที่ทำธุรกรรมการเงินผ่านทาง โทรศัพท์ ซึ่งทำให้บุคคลที่ใช้บริการมีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้นไม่จำเป็นต้องตอบคำถามรักษาความปลอดภัยให้มากมาย และทางธนาคารก็จะมั่นใจได้ว่าบุคคลที่ทำธุรกรรมนั้นเป็นจริง จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี ดังกล่าวมีประโยชน์อย่างมากในการช่วยรักษาความปลอดภัย และข้อมูลของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังยืนยันตัวตนจาก ระยะไกลได้ด้วยมีความสะดวก และประหยัดเวลา

ผู้จัดทำเล็งเห็นว่าผู้คนส่วนมากนั้นมีสมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์กัน ซึ่งทั้งคู่ไม่ได้ใช้เพียงแคในด้าน การสื่อสาร และความบันเทิงเท่านั้น มันยังสามารถใช้ในการรับส่ง ค้นหาข้อมูล และการเก็บรวบรวมข้อมูล สำคัญต่างๆ ของผู้ใช้งาน รวมถึงแอปพลิเคชัน และโปรแกรมต่างๆ มากมายที่มีข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งาน รวมอยู่ด้วย ฉะนั้นจากประเด็นข้างต้นผู้จัดทำค่อนข้างมั่นใจได้ว่าโครงการวิจัยระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียง จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบในด้านการรักษาความปลอดภัย และข้อมูลส่วนบุคคล และนำไปสู่การ เป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคต

ทบทวนวรรณกรรม

จากการค้นคว้าพบว่าทางซีดีแบงก์ได้นำเทคโนโลยีรู้จำผู้พูด (Speaker recognition) มาใช้ในการ ตรวจสอบตัวตนของบุคคลที่ทำธุรกรรมการเงินผ่านทางโทรศัพท์ ซึ่งทำให้บุคคลที่ใช้บริการมีความสะดวก

รวดเร็วมากขึ้นไม่จำเป็นต้องตอบคำถามรักษาความปลอดภัยให้มากมาย และทางธนาคารก็จะมั่นใจได้ว่าบุคคลที่ทำธุรกรรมนั้นเป็นความจริง จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวมีประโยชน์อย่างมากในการช่วยรักษาความปลอดภัย และข้อมูลของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังยืนยันตัวตนจากระยะไกลได้ด้วยมีความสะดวก และประหยัดเวลา ทำให้ค่อนข้างมั่นใจได้ว่าโครงการวิจัยระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียง จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบในด้านการรักษาความปลอดภัย และข้อมูลส่วนบุคคล และนำไปสู่การเป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคต

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษา และทบทวนบทความตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (Douglas A. Reynolds, 2002) ได้ทำการวิจัยภาพรวมของการรู้จำเสียงโดยมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนในการทำคือ

1. Front-end Processing/Feature Extraction เป็นส่วนของการกรองเสียงเพื่อดึงเอกลักษณ์ที่สำคัญของแต่ละบุคคลออกมา

2. Speaker Modeling เป็นแบบจำลองเพื่อให้ระบบจดจำผู้พูด มีหลากหลายรูปแบบการทำซึ่งขึ้นอยู่กับคำพูด หรือสิ่งที่ต้องการจากผู้พูด

3. Imposter Modeling เป็นแบบจำลองเพื่อใช้ตัดเสียงรบกวน หรือเสียงพื้นหลังที่ไม่ต้องการ ซึ่งในสมัยนั้นเทคนิคยังมีไม่มากมายทำให้ผลลัพธ์มีความผิดพลาดอยู่มาก ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่ทำให้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง เช่นเสียงรบกวนที่มากเกินไป การขึ้นอยู่กับคำพูด (Text-dependent) และการไม่ขึ้นอยู่กับคำพูด (Text-independent) ทั้งนี้การพูดที่ขึ้นอยู่กับคำพูดจะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากกว่า การพูดแบบไม่ขึ้นอยู่กับคำพูด ต่อมา (Kirandeep Kaur และ Neelu Jain ,2015) ได้ทำการทดสอบกระบวนการกรองเสียง และทำแบบจำลองโมเดล ด้วยเทคนิคต่างๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบหาข้อดีข้อเสียในแต่ละเทคนิค ซึ่งแบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรกจะเป็นส่วนของการกรองเสียง มีเทคนิคคือ linear predictive cepstral coefficients (LPCC), perceptual linear predictive coefficients (PLPC), cepstrum analysis, linear frequency cepstral coefficients (LFCC) และ mel frequency cepstral coefficients (MFCC) และส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการจัดทำแบบจำลองโมเดล มีเทคนิคคือ Gaussian Mixture Model (GMM), Hidden Markov Model (HMM), Support Vector Machines (SVM), Dynamic Time Warping (DTW), Neural Networks (NN) และ Vector Quantization (VQ) จากผลการทดลองพบว่าในส่วนของการกรองเสียงเทคนิค MFCC ดีที่สุดเพราะมีความคล้ายกับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุด และยังสามารถผสมผสานกับวิธีอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุเอกลักษณ์ของเสียงได้ดียิ่งขึ้น ส่วนในด้านของแบบจำลองโมเดลมีข้อดีและข้อเสียต่างกันออกไปคือเทคนิคแบบ VQ จะใช้ได้ดีกับระบบที่ real time และใช้หน่วยความจำน้อย และเทคนิคแบบ GMM เหมาะกับงานที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนมากเนื่องจากใช้ข้อมูลเสียงของแต่ละบุคคลในการจัดทำโมเดลเสียงน้อย

นอกจากนี้ยังมีเทคนิคอีกมากมายโดยผู้ศึกษาสนใจที่จะจัดทำระบบโมเดลเสียงแบบ deep learning โดยทดลอง feature extraction ด้วยวิธีต่างๆตามความเหมาะสม และมีรูปแบบคำพูดที่แน่นอนเพื่อให้ง่ายต่อการทำแบบจำลอง โดยได้ศึกษาวิจัยต่อไปนี้พบว่า (Ehsan Variani, Xin Lei, Erik McDermott, Ignacio Lopez Morenoco และ Javier Gonzalez-Dominguez ,2014) ได้ทำการเทรนระบบด้วย Deep Neural Networks (DNN) ด้วยรูปแบบคำพูดที่แน่นอน โดยใช้เทคนิค i-vectors ,d-vectors และผสมกันระหว่าง i-vectors กับ d-vectors และแสดงผลลัพธ์ด้วยวิธีการ cosine distance scoring โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ d-vectors มีประสิทธิภาพที่มากกว่า i-vectors และแบบผสมมีประสิทธิภาพมากกว่า standalone i-vector โดยระบบแบบผสมมีค่าความผิดพลาด (EER) อยู่ที่ 14% ในสภาพแวดล้อมที่เงียบ และ 24% ใน

สภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวน ซึ่งให้ผลที่ดีกว่า i-vector แบบดั้งเดิมในทั้งสองสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ d-vectors ยังมีประสิทธิภาพมากขึ้นในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวน

ทั้งนี้เทคนิคที่นิยม และมีการใช้มากขึ้นในปัจจุบันที่ผู้ศึกษาจะนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำระบบและโมเดลเสียงโดยอ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง TIME DELAY DEEP NEURAL NETWORK-BASED UNIVERSAL BACKGROUND MODELS FOR SPEAKER RECOGNITION (David Snyder, Daniel Garcia-Romero และ Daniel Povey, 2015) ได้ทำการทดลองเรื่องการรู้จำเสียงผู้พูดโดยใช้เทคนิคการหน่วงเวลาระบบประสาทเทียมแบบลึก (TDNN) ในการจัดทำโมเดลฐานเสียงสากล (UBM) แทนแบบเดิมที่ใช้เทคนิคเกาส์เซียนมิกเจอร์โมเดล (GMM) โดยแนวทางในการจัดทำเริ่มต้นจากการสกัดค่าข้อมูลเสียงด้วยเทคนิค MFCC โดยปรับค่าที่ 40 และการตรวจจับช่วงที่มีเสียงพูดด้วยเทคนิค VAD แล้วจัดทำโมเดลเสียงพูดด้วยเทคนิคระบบประสาทเทียมแบบลึก จากนั้นจัดทำฐานเสียงสากลด้วยการหน่วงเวลาระบบประสาทเทียมแบบลึกโดยที่ค่าองค์ประกอบที่ 5297 แล้วใช้เทคนิค I-vector ที่ Dimension 600 แล้วประเมินผลด้วยเทคนิค PLDA โดยทดสอบแบบไม่ขึ้นอยู่กับเพศของผู้พูดพบว่ามีความผิดพลาดรวมของการทดสอบแบบเทคนิคการหน่วงเวลาระบบประสาทเทียมแบบลึก อยู่ที่ 1.20% ซึ่งมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าแบบเกาส์เซียนมิกเจอร์โมเดลที่ค่าองค์ประกอบที่ 5297 ถึง 50.41%

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิจัย ขั้นตอน และวิธีการระบุเอกลักษณ์เสียงพูดของแต่ละบุคคล
2. เพื่อระบุตัวตนด้วยเสียงพูดภาษาไทย แบบขึ้นอยู่กับประโยค
3. เพื่อพัฒนาระบบยืนยันตัวตนด้วยเสียง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนางานวิจัยผู้จัดทำได้นำแนวคิด SDLC หรือ วัฏจักรการพัฒนากระบวนการ โดยใช้รูปแบบของ Waterfall model เป็นแนวทางในการทำงานวิจัย ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน (Requirement), การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ (Analysis and design), การพัฒนาระบบ (Coding or Development), การทดสอบระบบ (Testing), การนำไปใช้งานจริง (Product or Implement) และ การดูแลผู้ใช้งานและการประเมินผล (Maintenance and Evaluation)

1. การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน (Requirement)

ผู้จัดทำงานวิจัยได้ประเมินความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการรักษาความปลอดภัยที่หลากหลายรูปแบบมาตั้งแต่การใช้รหัสผ่านเป็นตัวอักษร จนถึงแบบ biometric เช่นการสแกนม่านตา หรือตรวจสอบลายนิ้วมือ เป็นต้น แต่ทำได้เพียงแค่ระยะใกล้ๆ เท่านั้น ต่างกับการยืนยันตัวตนด้วยเสียงที่สามารถทำในระยะไกลๆ ได้ เช่นการติดต่อทำธุรกรรมการเงินกับธนาคาร เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดความสะดวกสบาย รวดเร็ว และเป็นระบบรักษาความปลอดภัยแบบ biometric ที่เป็นเอกลักษณ์โดดเด่นอย่างหนึ่ง

1.1 ปัญหาของผู้ใช้งาน

1. การใช้ระบบรักษาความปลอดภัยแบบใช้ตัวอักษรยังมีความปลอดภัยไม่มากพอ
2. ผู้ใช้งานที่ต้องการยืนยันตัวตนจากที่ไกลๆ มีความไม่สะดวก ต้องเสียเวลา และค่าใช้จ่าย
3. ผู้ที่พิการทางสายตา หรือทางร่างกายบางส่วน อาจยากต่อการระบุตัวตนด้วยรูปแบบ biometric ที่มีอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

1.2 ความต้องการของผู้ใช้งาน

1. ผู้ใช้งานต้องการระบบการรักษาความปลอดภัยในรูปแบบใหม่ๆ และมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ไม่สามารถลอกเลียนแบบกันได้
2. ผู้ใช้งานที่ต้องการยืนยันตัวตนจากที่ไกลๆ ต้องการความสะดวกสบาย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย
3. ถึงแม้ว่าผู้พิการจะพิการทางสายตา ร่างกาย หรือหูหนวกแต่มีสิ่งเดียวที่ยังสามารถใช้งานได้ นั่นคือเสียงที่สามารถแปลงออกมาได้แม้จะไม่ใช่คำพูดก็ตาม

2. การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ (Analysis and Design)

ผู้จัดทำงานวิจัยได้รวบรวมข้อมูลผลงานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบที่จะพัฒนาซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1 การเตรียมการข้อมูล และรูปแบบข้อมูล

ผู้จัดทำต้องจัดการเก็บตัวอย่างข้อมูลเสียงจากผู้ใช้งานเป็นจำนวนทั้งหมด 30 คนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เก็บตัวอย่างจากผู้ใช้งานเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 15 คน
2. ให้พูดคำว่า “ยืนยันตัวตนด้วยเสียง” เป็นจำนวน 300 ประโยค หรือครั้ง โดยทั้งหมด 30 คนจะพูดประโยคเดียวกันทั้งหมด 300 ประโยคนี้เพื่อเป็นการขึ้นอยู่กับคำพูด
3. ใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กในการอัดเสียงโดยใช้ไมโครโฟน TRUST MICO USB Microphone และโปรแกรม Wavesurfer ในการอัดเสียง
4. นำข้อมูลที่ได้มาจัดเก็บเพื่อนำไปจัดทำโมเดล (Train) 20 คน NSFVI (Normal sentences for verification part 1) รวมกับชุดข้อมูล LOTUS อีก 48 คน ทั้งนี้ชุดข้อมูล LOTUS เป็นชุดข้อมูลที่มีบทความต่างๆ ไม่ขึ้นอยู่กับคำพูด กว่า 6,500 ประโยค รวมผู้พูด 68 คน จำนวนเพศชายและหญิงเท่าๆกัน มีมากกว่า 12,000 กว่าประโยคในการจัดทำโมเดลต่างๆ
5. นำข้อมูลที่ได้มาจัดเก็บเพื่อสมัคร และทดสอบ (Enrollment and Test) 10 คน จำนวนเพศชายและหญิงเท่าๆกัน NSFVII (Normal sentences for verification part 2) ทั้งนี้จะคัดมา 15 ไฟล์จาก 300 เพื่อนำมาสมัคร และอีก 285 ใช้ในการทดสอบเพื่อหาค่า EER ด้วยวิธีการ PLDA ในไฟล์ trials
6. ในการอัดเสียงใช้เป็นรูปแบบไฟล์ wav โดยมีค่า Sample rate 16000Hz และ Bit rate 16kbit/s

2.2 การวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดทำโมเดล และโปรแกรม

การทำระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียงนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือข้อมูล เนื่องจากข้อมูลเป็นส่วนที่ช่วยในการศึกษา และพัฒนาของโมเดลระบบ เพื่อที่ระบบจะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์และออกแบบโมเดลตาม Algorithm ที่ผู้พัฒนากำหนดเอาไว้ ซึ่งส่วนประกอบของโมเดลนั้นจะประกอบไปด้วย 5 ส่วนโดยการเขียน Shell script สั่งการผ่าน Kaldi-toolkit และจัดทำโปรแกรม ดังนี้

1. แบบจำลองภาษา (Language model) ใช้กำหนดว่าคำใดๆ ในพจนานุกรมของระบบจะต่อกับอีกคำหนึ่งได้ด้วยความเป็นไปได้
2. พจนานุกรมคำอ่าน (Pronoun dict) บรรจุคำศัพท์ทั้งหมดที่ระบบรู้จักและ คำอ่านในรูปแบบหน่วยเสียง
3. แบบจำลองเสียงด้วยโครงข่ายประสาท (Acoustic model on neural network) ใช้กำหนดว่าหน่วยเสียงแต่ละหน่วยสามารถออกเสียงได้อย่างไร โดยการเทียบสัญญาณกับสัญญาณทางภาษา

4. แบบจำลองฐานเสียงสากลโดยฐานการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทแบบลึก (Universal Back-ground Model on deep neural network) ใช้เป็นแบบจำลองเสียงฐานสากลในการจัดทำ i-vector extractor โดยใช้แบบจำลองเสียงเป็นฐานในการเรียนรู้ควบคู่

5. แบบจำลองการระบุตัวตนด้วยเวกเตอร์ด้วยโครงข่ายประสาท (I-vectors extractor base on DNN) ใช้เป็นแบบจำลองเวกเตอร์ในการแยกแยะลักษณะเสียงพูด เพื่อใช้ในการจำแนกค่า (Extract I-vectors)

6. จัดทำโปรแกรมด้วยภาษา Java โดยการจัดทำฟังก์ชันอัดเสียง และนำเสียงที่ได้ไปเข้ากระบวนการ Decode ด้วยวิธีการ PLDA โดยส่งผ่านโปรแกรมให้รัน Shell script

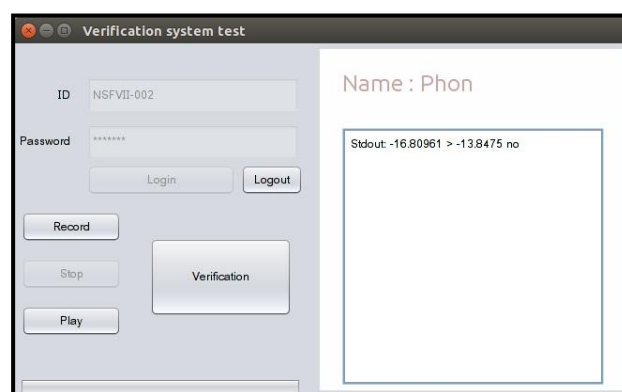
2.3 การวิเคราะห์การทำงานของระบบ และหน้าตาผู้ใช้งาน

จากแนวทางการจัดทำโมเดลข้างต้นนี้ ผู้จัดทำจะนำโมเดลเหล่านี้มาจัดทำตัวอย่างระบบการยืนยันตัวตนด้วยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Java และส่งผ่าน Shell Script ที่เป็นเบื้องหลังการทำงานของระบบ และส่งค่ากลับมาเป็นค่ากลาง กับค่าการสกัดเสียงที่นำเข้ามา ณ ช่วงเวลานั้น หากมีค่ามากกว่าหมายความว่าผู้ใช้คนนั้นจริงๆ ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานของระบบตั้งแต่การเริ่มเข้าสู่ระบบจนสิ้นสุดการทำงาน

เริ่มจากจัดทำการเขียนโปรแกรม Java โดยส่วนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนการเข้าสู่ระบบ โดยจะทำการตรวจสอบว่า ID และ Password ตรงกับ Array ที่เก็บไว้หรือไม่ ถ้าหากตรงกันระบบจะให้ทำการผ่านเข้าไป พร้อมส่ง index แสดงรายชื่อของผู้พูดในรหัสนั้นๆ เช่น NSFVII-010 คือของ Nartnarin Sumanungkul และในส่วนที่ 2 คือส่วนการอัดเสียงซึ่งไฟล์เสียงจะถูกบันทึกและส่งไปจัดให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลให้พร้อมต่อการถอดรหัสต่อไปผ่าน Shell script แล้วส่งผ่านให้ Java ทำการ Execute ไฟล์ Shell script นั้นๆ

จากนั้นจัดทำการเขียน Shell script โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ script สำหรับจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบพร้อมใช้งาน, script ที่เข้าทำการกระบวนการต่างๆ ตามข้างต้นเพื่อสกัดค่าที่ได้จากเสียงที่นำเข้ามา และ script สำหรับการเปรียบเทียบค่า threshold และส่งค่ากลับมาเปรียบเทียบใน Java program

รูปแบบหน้าโปรแกรม เป็นการออกแบบอย่างง่ายเพื่อให้ผู้ใช้งานใช้งานได้ และเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน แต่จะเน้นไปที่ระบบเบื้องหลังแทน ซึ่งจะนำข้อมูลของผู้ใช้งาน ขึ้นไปแสดงผลดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1: หน้าตาของโปรแกรม

3. การพัฒนาระบบ (Coding or Development)

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ในส่วนของการพัฒนาระบบ ผู้จัดทำงานวิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือตามความเหมาะสมมาใช้ในการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ และโน้ตบุ๊ก
2. ใช้เครื่องมือ Kaldi ASR ในการจัดการทำระบบ ใช้ภาษา Shell script ในการเขียนโค้ดเบื้องต้นในการจัดทำโมเดล และการถอดรหัสคำ
3. ใช้ภาษา java ใน Netbean ในการทำหน้า Interface และระบบเบื้องต้นในการใช้งาน โดยการอัดเสียงเข้า แล้วส่งผ่าน shell script
4. ใช้ TRUST MICO USB Microphone
5. ใช้โปรแกรม Wavesurfer ในการอัดเสียงในการเก็บตัวอย่างเสียง
6. ใช้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu Linux ในการจัดทำ
7. ใช้ Word ในการจัดการรายงาน และเอกสาร

3.2 ลำดับ และแนวทางการเขียนโปรแกรมในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบนั้นผู้จัดทำได้ใช้ Kaldi toolkit ในการช่วยในด้านของอัลกอริทึมเพื่อการเทรนโมเดล และผู้จัดทำได้เขียน Shell script ในการเรียกใช้ Kaldi ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดทำดังต่อไปนี้ โดยอ้างอิงแนวทาง และการขยายความจากหัวข้อการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

1. จัดการเตรียมข้อมูลในการใช้เทรนโมเดล
2. จัดการทำโมเดลเสียงโดยใช้ DNN
3. จัดการทำโมเดลฐานสากล UBM-DNN โดยใช้โมเดลเสียงที่ทำไว้
4. จัดการทำโมเดล I-vector extractor base on DNN จาก UBM-DNN
5. จัดการ Extract ตัวข้อมูลที่ใช้ Train และ Enrollment
6. จัดการเขียนโปรแกรม Java ในส่วนของการเข้าใช้ระบบ และการบันทึกเสียง
7. จัดการเขียนโปรแกรม Java ให้เรียกใช้ Shell script ในการสกัดและหาค่ากลาง
8. จัดทำ Script สำหรับการเตรียมข้อมูลที่ได้รับมาจาก Java
9. จัดทำ Script extract เสียงที่ได้มาจาก Java และนำไปเทียบกับโมเดล Train และ Enrollment ที่ Extract ไว้ก่อนหน้านี้แล้วนำค่าที่ได้ไปใช้การให้คะแนนแบบ PLDA แล้วจะได้ค่า threshold ออกมา
10. จัดทำscript เปรียบเทียบค่าที่สกัดมาได้จากเสียงเพื่อมาเปรียบเทียบกับค่า Threshold ที่ได้ แล้วส่งค่ากลับไปยัง Java ในรูปแบบข้อความว่าใช่ หรือไม่ใช่ผู้พูดนั้น

4. การทดสอบระบบ (Testing)

4.1 การทดสอบระบบการยืนยันด้วยตัวอักษร

1. สามารถกดปุ่มต่างๆ และเชื่อมโยงคำสั่งได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถใส่ตัวอักษรในช่องใส่ id password ได้
3. สามารถแสดงรูปภาพ และตัวอักษรประกอบได้
4. เมื่อใส่รหัสถูกต้อง แล้วกดยืนยันระบบจะอนุญาตให้กดอัดเสียงได้
5. เมื่อใส่รหัสไม่ถูกต้องแล้วกดยืนยันระบบจะไม่อนุญาตให้ไปหน้าต่อไปได้ พร้อมทั้งขึ้นข้อความให้กรอกใหม่อีกครั้ง

4.2 การทดสอบระบบยืนยันด้วยเสียง

1. สามารถกดปุ่มอัดเสียง หยุดเสียง และเล่นเสียงได้
2. สามารถบันทึกไฟล์เสียงหลังจากอัดแล้วได้
3. สามารถดึงไฟล์เสียงมาใช้งานได้
4. สามารถถอดรหัสสัญญาณเสียงได้
5. สามารถสั่ง Execute Shell script ได้
6. สามารถส่งค่าความถูกต้องจากการถอดรหัสเข้าระบบตอนแรกได้
7. หากการเทียบถูกต้องระบบจะปรากฏข้อความว่า “ยืนยันตัวตนถูกต้อง”
8. หากการเทียบไม่ถูกต้องระบบจะปรากฏข้อความว่า “ยืนยันตัวตนไม่ถูกต้อง”

4.3 การทดสอบความถูกต้อง

การทดสอบความถูกต้องผู้จัดทำด้วย 2 วิธีการ โดยวิธีการแรกจะทำการเขียน Script ในการสกัดค่าจากไฟล์เสียงแทนการใช้งานจริง และดูผลลัพธ์ว่าค่า EER มีมากหรือน้อยเพียงใด และดูแนวโน้มความเป็นไปของความผิดพลาดเชิงบวก หรือความผิดพลาดเชิงลบ โดยจะอธิบายในหัวข้อการประเมินผล

5. การนำไปใช้งานจริง (Deployment)

ในการพัฒนาระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียงนั้นเป็นรูปแบบของงานวิจัยซึ่งจะเป็นตัวอย่าง หรือระบบต้นแบบโดยจะสามารถนำไปต่อยอดกับโปรแกรมหรือ แอปพลิเคชันต่างๆ ได้ในอนาคต โดยต้นแบบระบบนี้ทางผู้จัดทำจะทำการทดสอบจากผู้ทดสอบจำนวน 10 คนโดยแต่ละคนจะได้รับ id และ password ของตัวเอง และเมื่อเข้าสู่ระบบได้แล้วจะให้พูดยืนยันตัวตนโดยการทดสอบคนที่เป็เจ้าของรหัสนั้น กับคนที่ไม่ใช่เจ้าของรหัสนั้นเพื่อดูความถูกต้องของระบบ โดยเบื้องต้นผู้จัดทำงานวิจัยจะพัฒนาระบบที่ได้ไปให้นักศึกษาภายในสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องเป็นกลุ่มเสียงตัวอย่าง ได้ใช้งานทดสอบระบบก่อน จากนั้นทำการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดทั้งหมด ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในส่วนของการประเมินผลในหัวข้อถัดไปหลังจากนั้น จากนั้นจะมีการเผยแพร่เพื่อให้บุคคลภายนอกที่สนใจได้มาต่อยอดระบบนี้

6. การดูแลผู้ใช้งานและการประเมินผล (Maintenance and Evaluation)

การประเมินผล ผู้จัดทำโครงการได้เลือกวิธีการหาค่าความผิดพลาด ซึ่งในทางระบบไบโอเมตริกสามารถจำแนกความผิดพลาดได้ 2 ประเภท คืออัตราความผิดพลาดการยอมรับของผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต หรือ FAR (False Acceptance Rate) เช่นหากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตทำการยืนยันตัวตนด้วยเสียง แล้วระบบอนุญาตให้ผ่านถือเป็นข้อผิดพลาดทาง FAR และอัตราความผิดพลาดการไม่ยอมรับของผู้ที่ได้รับอนุญาต หรือ FRR (False Rejection Rate) เช่นหากผู้ที่ได้รับอนุญาตทำการยืนยันตัวตนด้วยเสียง แล้วระบบอนุญาตไม่ให้ผ่านถือเป็นข้อผิดพลาดทาง FRR โดยทั้งค่าเป็นค่าที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกันนั้นหมายถึงค่าทั้งสองค่ามีความแปรผกผันกัน ฉะนั้นถ้าหากพูดถึงระบบความปลอดภัยทางผู้จัดทำจะให้ความสนใจในค่า FAR มากกว่า เนื่องจากไม่ต้องการให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าสู่ระบบได้ แม้ว่าผู้ใช้ตัวจริงจะเข้าไม่ได้บ้าง แต่ก็สามารถยืนยันตัวได้อีกรอบ จากนั้นจึงทำการคำนวณหาค่าอัตราความผิดพลาดที่เท่ากัน EER (Equal Error Rate) ซึ่งเป็นจุดตัดอัตราความผิดพลาดที่ต่ำที่สุดของ FAR และ FRR

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดสอบผู้เข้าสมัครใช้โปรแกรมจำนวน 10 คนโดยทำการให้เจ้าของเสียงนั้นๆ พูดเอง 10 ครั้ง และผู้อื่น 10 ครั้ง รวมทั้งหมด 20 ครั้ง ต่อคน สรุปผลได้ตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความถูกต้องในส่วนของการใช้งานจริง

ID Enrollment	Enroll Voice (10)		Other Voice (10)	
	TAR	FRR	TRR	FAR
NSFVII-001	7	3	7	3
NSFVII-002	8	2	6	4
NSFVII-003	8	2	4	6
NSFVII-004	6	4	8	2
NSFVII-005	9	1	7	3
NSFVII-006	7	3	8	2
NSFVII-007	9	1	5	5
NSFVII-008	9	1	6	4
NSFVII-009	7	3	7	3
NSFVII-010	8	2	5	5
Total	78	22	63	37

ความถูกต้องของระบบในด้านของเสียงของผู้ที่สมัครพบว่า TAR (True Accept Rate) อยู่ที่ 78 และ FRR (False Reject Rate) อยู่ที่ 22 โดยมีค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดทางด้านบวก (False Positive Rate) คิดเป็นร้อยละ 22 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแม้จะถูกปฏิเสธบ้างแต่ถือเป็นอัตราความผิดพลาดเชิงบวกที่ยอมรับได้

ความถูกต้องของระบบในด้านเสียงของผู้อื่นที่ไม่ใช่เจ้าของเสียงพบว่า TRR (True Reject Rate) อยู่ที่ 63 และ FAR (False Accept Rate) อยู่ที่ 37 โดยมีค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดทางด้านลบ (False Negative Rate) คิดเป็นร้อยละร้อยละ 37 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีเนื่องจากผู้ที่ไม่ได้ทำการลงทะเบียนไม่ควรได้รับการยอมรับให้เข้าใช้งานซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหาย หรือการแอบอ้างตัวตนของเจ้าของข้อมูลนั้นได้ซึ่งเป็นความผิดพลาดเชิงลบ และอัตราความผิดพลาดที่เท่ากัน EER (Equal Error Rate) อยู่ที่ร้อยละ 29.5 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้

สรุป

ผู้วิจัยเลือกการสกัดค่าลักษณะสำคัญเสียง I-Vector แบบเทคนิค DNN ที่ค่ามิติ 100 ในการจัดทำตัวอย่างระบบเนื่องจากมีผลค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 3 และนำการสกัดค่าลักษณะสำคัญเสียง I-Vector ดังกล่าวไปจัดทำตัวอย่างโปรแกรมที่จะใช้ในการทดสอบจริงพบว่าอัตราการปฏิเสธผู้ใช้งานที่เป็นเจ้าของเสียง FRR (False Reject Rate) อยู่ที่ 22 คนคิดเป็นร้อยละ 22 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแม้จะถูกปฏิเสธบ้างแต่ถือเป็นอัตราความผิดพลาดเชิงบวกที่ยอมรับได้ และอัตราการยอมรับผู้ใช้งานที่ไม่ได้เป็นเจ้าของเสียง FAR (False Accept Rate) อยู่ที่ 37 คนคิดเป็นร้อยละ 37 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีเนื่องจากผู้ที่ไม่ได้ทำการลงทะเบียนไม่ควรได้รับการยอมรับให้เข้าใช้งานซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหาย หรือการแอบอ้างตัวตนของเจ้าของข้อมูลนั้นได้ซึ่งเป็นความผิดพลาดเชิงลบ และ EER (Equal Error Rate) อยู่ที่ร้อยละ 29.5 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้

ความแม่นยำ หรือความผิดพลาดทั้งหมดขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลเสียงที่ใช้ในการจัดทำระบบ และการใช้ประสิทธิภาพของอัลกอริทึม ซึ่งผู้จัดทำจะดำเนินการศึกษา และหาวิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบต่อไปในอนาคต รองรับกับการใช้งานในทุกรูปแบบไม่ว่าจะเป็นในคอมพิวเตอร์ หรือในสมาร์ทโฟน และนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายๆ ระบบ เช่นระบบรักษาความปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ระบบการยืนยันตัวตนด้วยเสียงสำหรับภาษาไทยแบบขึ้นอยู่กับประโยค สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาของบุคคลหลายท่านด้วยกันจึงใคร่ขอขอบคุณท่านทั้งหลายดังนี้

ผู้รับทุนได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติตามสัญญาสนับสนุนการศึกษาวิจัยเพื่อจัดทำปริญญานิพนธ์โครงการสร้างปัญญาวิทย์ ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีที่ SCA-CO-2560-4691-TH

ขอขอบพระคุณที่ปรึกษาโครงการ ดร.วาทยา ชูณหวิจิตรรา ผศ.ดร.วีรวุฒิ ทัพพิกรรม และพี่ๆในทีมทุกคน ที่กรุณาให้คำแนะนำ และให้ความรู้เพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการปริญญานิพนธ์นี้ขึ้น ตลอดจนให้แนวทางแก้ไขปัญหาดังต่าง ๆ ทำให้ผู้จัดทำสามารถพัฒนาโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำโครงการปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2548). *Large Vocabulary Continuous Speech Recognition: LVCSR*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2560, จาก <https://www.nectec.or.th/corpus/index.php?league=sa>

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ภาชีริภา คชสำโรง, ตรีภพ สรรเพชญนิม, ศวิต กาสุริยะ, ญัฐนันท์ ทัดพิทักษ์กุล และชัย วุฒิวัฒน์ชัย). (2548). *สัญลักษณ์แทนการออกเสียงพยัญชนะ และสระ*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2560, จาก http://digi.library.tu.ac.th/thesis/st/0053/10CHAPTER_2.pdf

Athiwat (นามแฝง). (2560). *Deep Learning คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2560, จาก <https://medium.com/@athivwat/deep-learning-คืออะไร-785e16d01773>

Citibank. (2560). *Voice Biometrics*. สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2560, จาก <http://www.citibank.co.th/edm/1016/voicebiometrics/index-web.html>

David Snyder, Daniel Garcia-Romero, Daniel Povey. (2558). *TIME DELAY DEEP NEURAL NETWORK-BASED UNIVERSAL BACKGROUND MODELS FOR SPEAKER RECOGNITION*. สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2560, จาก http://www.danielpovey.com/files/2015_asru_tdnubm.Pdf

Douglas A. Reynolds. (2545). *An Overview of Automatic Speaker Recognition Technology*. สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2560, จาก <https://pdfs.semanticscholar.org/5f43/edd2d16f9b0a536328bb4d83b322f0788abc.pdf>

Ehsan Variani, Xin Lei, Erik McDermott, Ignacio Lopez Moreno, Javier Gonzalez-Dominguez.

(2557). *DEEP NEURAL NETWORKS FOR SMALL FOOTPRINT TEXT-DEPENDENT SPEAKER VERIFICATION*. สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2560, จาก <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/th//pubs/archive/41939.pdf>

Kirandeep Kaur, Neelu Jain. (2558). *Feature Extraction and Classification for Automatic*

Speaker Recognition System. สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2560, จาก https://pdfs.semanticscholar.org/3e75/781a18158f6643115ba825034f9f95b4f13b.pdf?_ga=2.41037793.298307354.1525332117-1194340413.1525332117

Scikit-learn (นามแฝง). (ไม่ระบุ). *Gaussian mixture models*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2560, จาก <http://scikit-learn.org/stable/modules/mixture.html>