

ตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาของอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ในจังหวัดลำปาง

Time Series Modeling for the Pneumonia Rate of Patients in Lampang Province

อินทิรา เนขุนทด(Intira Nakunthod)^{1*} เขตสิริ คำขอด(Ketsiri Khamkhod)¹

¹สังกัด (ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่)

* Corresponding author. E-mail: intira6991@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์อัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง ด้วยวิธีการแยกส่วนประกอบเชิงบวก การปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก บอกรีตและเจนกินส์ และการพยากรณ์รวม ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบจากเว็บไซต์สำนักกระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข และเว็บไซต์สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 144 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด เป็นข้อมูลชุดฝึกสอนเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 108 ค่า และชุดตรวจสอบเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์จำนวน 36 ค่า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำสุด จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้พบว่า ตัวแบบพยากรณ์รวมเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดด้วยค่า MAPE ที่ต่ำสุดเท่ากับ 6.5752

คำสำคัญ : อัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ การแยกส่วนประกอบเชิงบวก การปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก บอกรีตและเจนกินส์ การพยากรณ์รวม

Abstract

The objective of this research is to construct the most proper time series modeling for the Pneumonia rate of patients in Lampang province with additive decomposition, additive simple seasonal exponential smoothing, Box-Jenkins and combined forecasting. The secondary monthly data of this study obtained from the website of Bureau of Epidemiology Department of Disease Control and National Health Security Office (NHSO) during January 2006 to December 2017 with having 144 values are used and divided into two clusters. During January 2006 to December 2014, the first cluster with 180 values of the training data is used for the mentioned time series modeling. The second cluster with 36 values of the checking data between January 2015 and December 2017 is used to check the accuracy of the forecasting models with the criterion of lowest mean absolute percentage error (MAPE). From results of analysis of this research, the combined forecasting model is the most reasonable forecasting time series model with the lowest MAPE of 6.5752.

Keywords : Pneumonia rate of patients, additive decomposition, additive simple seasonal exponential, Box-Jenkins, combined forecasting

บทนำ

โรคปอดอักเสบ หรือปอดบวม (Pneumonia) เป็นโรคติดเชื้อทางเดินหายใจที่พบเห็นกันมาก โดยทั่วไป จากการสำรวจจำนวนกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจในเขตภาคเหนือตอนบนเบื้องต้นพบว่า โรคปอดอักเสบมีจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยสูงถึง 1,915.41 คน รองลงมาคือ โรคไข้หวัดใหญ่และวัณโรคปอดตามลำดับ โรคปอดบวมเป็นกลุ่มโรคที่มีอัตราผู้ป่วยในต่อประชากรหนึ่งแสนคนสูงเป็นอันดับที่ 7 ของกลุ่มโรคทั้งหมด สูงถึง 702.44 ต่อประชากรหนึ่งแสนคน (สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข, 2559) ทั้งนี้โรคปอดอักเสบเกิดได้จากการติดเชื้อจากไวรัส แบคทีเรีย หรือเชื้อราในกลุ่มของ สเตปโตคอคคัส นิวโมนีอี (Streptococcus Pneumoniae) มัยโคพลาสมา นิวโมนีอี (Mycoplasma Pneumoniae) หรือ คลามัยเดีย นิวโมนีอี (Chlamydial Pneumoniae) ส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการไข้ ไอ หายใจเร็ว หอบ หายใจลำบาก ปอดมีเสียง และอาจมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย อาทิ ท้องอืด อาเจียน หรือภาวะหัวใจล้มเหลว การรักษาผู้ป่วยจะใช้ยาปฏิชีวนะเมื่อวินิจฉัยเป็นการติดเชื้อจากแบคทีเรีย ทั้งนี้หากเป็นการติดเชื้อจากไวรัส แพทย์จะรักษาแบบประคับประคองอาการร่วมกับการบำบัดรักษาระบบทางเดินหายใจให้เหมาะสม (สำนักโรคบาวิทยา, 2549) จากรายงานจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในระยะเวลา 6 ปี (พ.ศ. 2548 – พ.ศ. 2553) พบว่า อัตราการป่วยตายของโรคปอดอักเสบมี

แนวโน้มสูงขึ้น และพบมากในช่วงฤดูฝนซึ่งอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมของทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2553 มีอัตราผู้ป่วยสูงที่สุดเท่ากับ 260.17 ต่อประชากรหนึ่งแสนคน และมีอัตราการตายสูงสุด เช่นเดียวกัน ซึ่งอัตราผู้ป่วยสูงที่สุดคือ ภาคเหนือ เท่ากับ 271.44 - 322.44 ต่อประชากรแสนคน รองลงมาคือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง (วัชรวิทย์ แก้วนอกเขา, 2555) ทั้งนี้จาก งานวิจัยเรื่อง การศึกษาตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทย โดยทำการ สร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ การปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์เจิงบวก และวิธีการพยากรณ์รวม เมื่อทำการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วย เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำสุด พบว่า วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่เหมาะสม กับอนุกรมเวลา (วรารัตนา กิริติวิบูลย์, 2559) ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาหาตัว แบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรม เวลา และจากผลการศึกษาที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนงานเพื่อจัดทำงบประมาณ กำหนดนโยบายให้บริการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ป้องกันการควบคุมโรคปอดอักเสบในระดับ พื้นที่ตามแผนการควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคติดต่อในจังหวัดลำปางที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

วัตถุประสงค์

เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัด ลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบใน จังหวัดลำปาง โดยใช้โปรแกรม R รุ่น 3.3.3 (R Software version 3.3.3) ซึ่งข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่ได้มา จากเว็บไซต์ของสำนักกระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข และจำนวนประชากรใน จังหวัดลำปางได้มาจากเว็บไซต์สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เพื่อหาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ

ในจังหวัดลำปาง (ต่อประชากร 100,000 คน) ณ เดือนที่ t ในใด ๆ (Y_t) โดย $Y_t = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วย}}{\text{จำนวนประชากร}} \times 100,000$ ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นชุดฝึกสอน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 108 ค่า เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทาง สถิติ 4 วิธี คือ วิธีการแยกส่วนประกอบ การปรับให้เรียบ บอกซ์และเจนกินส์ และการพยากรณ์รวม ข้อมูลชุดที่ 2 เป็นชุดตรวจสอบ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 36 ค่า เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

สัมบูรณ์ต่ำสุด (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

พิจารณาข้อมูลชุดฝึกสอนโดยตรวจสอบค่านอกเกณฑ์ (Outlier) ด้วยแผนภาพกล่อง เมื่อพบค่า นอกเกณฑ์ทำการแทนที่ค่านอกเกณฑ์นั้นด้วยค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 ค่า ที่อยู่หัวและท้ายที่ติดกับค่านอก เกณฑ์นั้น เมื่อแบ่งข้อมูลชุดฝึกสอนออกเป็น 9 ชุด ชุดละ 12 ค่า และตรวจสอบความแปรปรวนของ อนุกรมเวลาโดยใช้สถิติทดสอบของเลวิน (Levene's Test) เพื่อเลือกตัวแบบพยากรณ์ว่าเป็นตัวแบบเชิง บวก (Additive model) หรือตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative model) จากนั้นจึงทำการทดสอบ องค์ประกอบของอนุกรมเวลาโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งเป็นการทดสอบโดยใช้หลักการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple linear regression) เมื่อกำหนดให้ ตัวแปรอิสระของฤดูกาล X_{it} เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy variable) ที่มีค่า 0 และ 1 โดยที่ X_{it} มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อค่าสังเกต Y_t อยู่ใน ฤดูกาลที่ i และ เท่ากับ 0 เมื่อค่าสังเกต Y_t ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ i จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นเพื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเนื่องจากแนวโน้มดังสมการที่ 1 ด้วยสถิติทดสอบทีบางส่วน (partial t - test) และพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเนื่องจาก อิทธิพลของฤดูกาลดังสมการที่ 2 ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F - test) และพิจารณาการเคลื่อนไหวของ อนุกรมเวลาเนื่องจากแนวโน้มแล้วมีอิทธิพลของฤดูกาลดังสมการที่ 1 ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F - test)

$$Y_t = \beta_0 + \beta t + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \cdots + \beta_{11} X_{11t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \cdots + \beta_{11} X_{11t} + \varepsilon_t \quad (2)$$

2. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Decomposition Method)

วิธีการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา เป็นการหาค่าพยากรณ์ในอนาคตที่ได้จากการ รวมค่าส่วนประกอบของอนุกรม ได้แก่ ค่าแนวโน้ม (Trend index: T) ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal index: S) ค่าวัฏจักร (Cyclical index: C) และค่าวัดเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular index: I) (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2539) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์เพียง 2 ส่วน ได้แก่ ค่าแนวโน้ม และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เมื่อพิจารณาข้อมูลชุดฝึกสอนเพื่อหาค่าดัชนีฤดูกาลโดยวิธีการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอิสระของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่นเช่นเดียวกับการ ทดสอบองค์ประกอบของอนุกรมเวลา เมื่อตัวแบบพยากรณ์เป็นตัวแบบเชิงบวกจะกำหนดตัวแบบการ วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นสำหรับพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเนื่องจากอิทธิพล

ของฤดูกาลดังสมการที่ 2 จากนั้นจึงทำการแปลงสมการที่ 2 ให้อยู่ในรูปสมการฤดูกาลใหม่ดังสมการที่ 3 และได้ตัวแบบพยากรณ์ดังสมการที่ 4 แล้วจึงทำการตรวจสอบความเหมาะสมและความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ต่อไป

$$\hat{Y}_t = b_0^* + b_1^*X_{1t} + b_2^*X_{2t} + \dots + b_{11}^*X_{11t} + b_{12}^*X_{12t} \quad (3)$$

เมื่อ $b_i^* = b_i - \bar{b}$ และ $b_0^* = b_0 + \bar{b}$, $\bar{b} = \frac{b_1 + b_2 + \dots + b_{11} + 0}{12}$

โดยที่ $\sum b_i^* = 0$

โดยที่ b_i^* แทนค่าสัมประสิทธิ์ปรับแล้ว ณ ฤดูกาลที่ i เมื่อ i มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 12

$$\hat{Y}_t = b_0^* + \hat{S}_i^* \quad (4)$$

เมื่อ $\hat{S}_i^* = b_1^*, b_2^*, \dots, b_{12}^*$ ตามลำดับ

กรณีที่ตัวแบบพยากรณ์ไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากค่าส่วนเหลือมีการเคลื่อนไหวที่ไม่เป็นอิสระ หรือเกิดกรณีอัตโนมัติสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) จะทำการหาแนวโน้ม โดยนำอนุกรมเวลามำกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลออก ($T_t = Y_t - \hat{S}_i^*$) และสร้างสมการแนวโน้มที่เหมาะสมโดยทำการแปลงตัวแปรด้วยวิธีของคอกเครนและออร์คัต (Transformed Variables By Cochrane – Orcutt Procedure) (Chatterjee and Hadi, 2006, 202) (พิชญ์ เจียวคุณ, 2550, 215) ดังสมการที่ 5 จากนั้นจึงสร้างตัวแบบพยากรณ์ดังสมการที่ 6 แล้วตรวจสอบความเหมาะสมและความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ต่อไป

$$T_t = \beta_0 + \varepsilon_t \quad \text{และ} \quad \hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

$$T_t^* = \beta_0^* \quad (5)$$

เมื่อ $T_t^* = T_t - \hat{\rho}T_{t-1}$

$$\hat{Y}_t = T_t^* + \hat{S}_i^* \quad (6)$$

3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก (Simple Seasonal Exponential Smoothing Method: SSES)

วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวกเป็นการสร้างสมการพยากรณ์ที่ใช้ค่าปรับให้เรียบ 2 ค่า ได้แก่ α และ γ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สำหรับค่าคงที่และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลตามลำดับ โดยทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ดังสมการที่ 7 แล้วจึงตรวจสอบความเหมาะสมและความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+h|t} = l_t + \hat{S}_{t-m+h_m^+} \quad (7)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+h|t}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+h$ โดยที่ h แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$$l_t \text{ และ } \hat{S}_{t-m+h_m^+} \text{ แทนค่าประมาณ ณ เวลา } t \text{ ของ } \alpha \text{ และ } \gamma \text{ ตามลำดับ โดยที่}$$

$$l_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}, \hat{S}_t = \gamma(Y_t - l_{t-1}) + (1 - \gamma)\hat{S}_{t-m}$$

α และ γ แทนค่าการปรับให้เรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$ และ $0 < \gamma < 1$

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดฝึกสอน

$\hat{S}_t$ คือ ค่าประมาณฤดูกาล ณ เวลา t และมีค่าเริ่มต้น เป็น

$$\hat{T}_{initial} = \bar{Y} = \frac{\sum Y}{m}, \hat{S}_0 = Y_m - l_0$$

$$\hat{S}_{-1} = Y_{m-1} - l_0, \dots, \hat{S}_{-m+1} = Y_1 - l_0 \quad \text{เมื่อ } m = 12$$

4. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์จะพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาแบบคงที่ (Stationary time series) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2539) โดยอนุกรมเวลาแบบไม่คงที่ Non-stationary time series) จะมีตัวแบบพยากรณ์โดยทั่วไป (General model) ของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์คือ $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$ แสดงดังสมการที่ 8

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^L)(1-B)^d(1-B^L)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^L)\varepsilon_t \quad (8)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t ซึ่ง t มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดฝึกสอน

ε_t แทนอนุกรมเวลาของค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา t

d แทนจำนวนครั้งที่หาผลต่างของแนวโน้ม

D แทนจำนวนครั้งที่หาผลต่างของฤดูกาล และ L แทนจำนวนฤดูกาลต่อปี

p แทนอันดับของ autoregressive (AR) และ q แทนอันดับของ moving average (MA)

P แทนอันดับของ seasonal autoregressive (SAR) และ Q แทนอันดับของ seasonal moving average (SMA)

B แทนตัวดำเนินการย้อนหลัง (Backward Operator)

จากสมการที่ 8 เมื่อกำหนดให้ $d = 0, D = 0$ ตัวแบบทั่วไปของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ของอนุกรมเวลาแบบคงที่คือ $ARMA(p, q) \times SARMA(P, Q)_L$ ดังสมการที่ 9

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^L)Y_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^L)\varepsilon_t \quad (9)$$

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad \text{แทนตัวดำเนินการอัตโนมัติ}$$

สหสัมพันธ์แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non – Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$$\Phi_P(B^L) = 1 - \Phi_1 B^L - \Phi_2 B^{2L} - \dots - \Phi_P B^{PL} \quad \text{แทนตัว}$$

ดำเนินการอัตโนมัติสหสัมพันธ์แบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad \text{แทนตัวดำเนินการอัตโนมัติ}$$

สหสัมพันธ์แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non – Seasonal Moving Average Operator of Order q: MA(q))

$$\Theta_Q(B^L) = 1 - \Theta_{Q_1} B^L - \Theta_{Q_2} B^{2L} - \dots - \Theta_Q B^{QL} \quad \text{แทนตัว}$$

ดำเนินการอัตโนมัติสหสัมพันธ์แบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Moving Average of Order Q: SMA(Q))

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์และเจนกินส์มีดังนี้คือ ตรวจสอบความแปรปรวนของอนุกรมเวลา หากความแปรปรวนไม่คงที่ทำการแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm : $Y'_t = \ln(Y)$) และทำการทดสอบองค์ประกอบของอนุกรมเวลาใหม่อีกครั้ง หากอนุกรมเวลาใหม่มีองค์ประกอบของแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ให้ทำการกำจัดองค์ประกอบนั้นออกเพื่อทำให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ และกำหนดตัวแบบพยากรณ์ให้เป็น ARMA (p, q) $\times$ SARMA (P, Q)₁₂ เมื่อ L =12 จากนั้นจึงทำการแปลงตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาใหม่กลับให้อยู่ในรูปตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาเดิม แล้วจึงตรวจสอบความเหมาะสมและวัดความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์

5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting Method)

วิธีการพยากรณ์รวม เป็นการหาค่าพยากรณ์ในอนาคตที่ได้จากฟังก์ชันพยากรณ์โดยให้น้ำหนัก (Weight) กับฟังก์ชันพยากรณ์ต่างๆ ในรูปแบบฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) ซึ่งกำหนดให้ค่าน้ำหนักเป็นพารามิเตอร์ของตัวแบบโดยใช้การถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) และตัวแบบพยากรณ์รวมเป็นดังนี้ (Raviv, 2016, 3)

$$\hat{Y}_t = a + \sum_{i=1}^p b_i f_{it} \quad (10)$$

จากสมการที่ 10 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ของงานวิจัยนี้ได้ดังนี้คือ

$$\hat{Y}_t = a + b_1 f_{1t} + b_2 f_{2t} + b_3 f_{3t} \quad (11)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์รวม ณ เวลา t

f_{1t}, f_{2t} และ f_{3t} แทนค่าพยากรณ์เชิงเดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก และวิธีบอกซ์และเจนกินส์ ตามลำดับ

b_1, b_2 และ b_3 แทนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดของวิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก และวิธีบอกซ์และเจนกินส์ ตามลำดับ เมื่อกำหนดให้ค่าพยากรณ์เชิงเดี่ยวจากทั้ง 3 วิธีเป็นตัวแปรอิสระ และอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางเป็นตัวแปรตาม ซึ่งค่า b_1, b_2 และ b_3 จะคำนวณจากจำนวนข้อมูลพยากรณ์ในอนุกรมเวลาชุดฝึกสอนที่มีจำนวน 95 ค่า เนื่องจากการแปลงข้อมูลด้วยผลต่างแนวโน้มลำดับที่ 1 และผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ของวิธีบอกซ์และเจนกินส์ จึงทำให้ไม่มีข้อมูล 13 ค่าแรก โดยที่ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์รวมมีดังนี้คือ เตรียมค่าพยากรณ์เชิงเดี่ยวจากทั้ง 3 วิธี สร้างตัวแบบพยากรณ์รวมเทียบกับข้อมูลชุดฝึกสอน จากนั้นจึงทำการตรวจสอบความเหมาะสมและความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยข้อมูลชุดตรวจสอบ

6. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์

การพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์นั้น จะทำการตรวจสอบค่าส่วนเหลือ (Residual) ที่ได้จากผลต่างระหว่างค่าจริงของข้อมูลและค่าพยากรณ์ของชุดฝึกสอน โดยทำการตรวจสอบความเหมาะสมของพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์ด้วยสถิติทดสอบที่ กรณีของวิธีการแยกส่วนประกอบและวิธีบอกซ์และเจนกินส์ จะทำการตรวจสอบคุณลักษณะของค่าส่วนเหลือโดยทดสอบการแจกแจงปกติด้วยสถิติทดสอบของคอลโมโกรอฟ – สมิร์นอฟ ทดสอบความแปรปรวนคงที่ด้วยสถิติทดสอบของเลวิน ทดสอบค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ด้วยสถิติทดสอบที ทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าส่วนเหลือด้วยการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองโดยใช้กฎหัวแม่มือ (Autocorrelation Function) และการทดสอบแบบวิ่ง (Run test) และการทดสอบสหสัมพันธ์ในตัวของ Box – Ljung สำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์และเจนกินส์

7. การพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง

การวิจัยครั้งนี้ได้วัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการแยกส่วนประกอบ การปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก วิธีบอกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้ข้อมูลชุดตรวจสอบที่เป็นอนุกรมเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 36 ค่า เพื่อคำนวณค่า MAPE ดังสมการที่ 12 โดยวิธีการพยากรณ์ใดที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดจะหมายถึง วิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad (12)$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

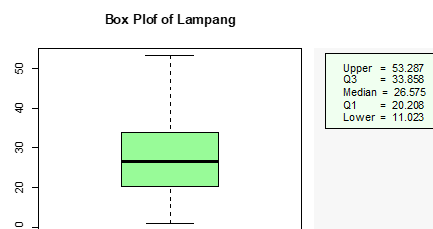
$Y_t, \hat{Y}_t$ แทนอนุกรมเวลา และค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

t แทนช่วงเวลาที่ป็นเดือน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลของอนุกรมเวลาชุดตรวจสอบ

ผลการวิจัย

1. ผลการพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดฝึกสอนของอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 108 ค่า พบว่า อนุกรมเวลานี้ไม่มีค่านอก-เกณฑ์ (Outlier) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพกล่องของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง

เมื่อทำการทดสอบความแปรปรวนและทดสอบการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลด้วยหลักการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อนุกรมเวลานี้มีความแปรปรวนคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์เป็นตัวแบบเชิงบวก และไม่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล แสดงดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าสถิติทดสอบและค่า P-value ของการทดสอบความแปรปรวนคงที่ การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางเนื่องจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

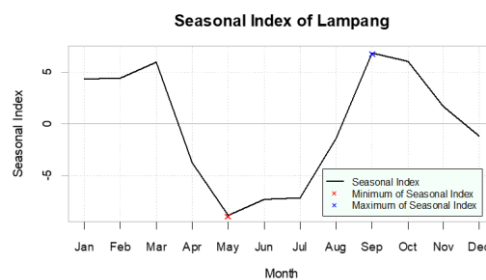
การทดสอบ	ค่าสถิติทดสอบ	P - value
ความแปรปรวนคงที่	F = 1.0674	0.3921
อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้ม	t = 1.3549	0.1787
อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล	F = 5.1485	2.6398×10^{-6}

2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการแยกส่วนประกอบ

จากการคำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาลโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ได้ค่าดัชนีฤดูกาลดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2 โดยพบว่า ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางสูงที่สุดในเดือนกันยายน 6.8659 รองลงมาคือ เดือนมีนาคม 5.9312 และต่ำที่สุดในเดือนพฤษภาคม -8.7448

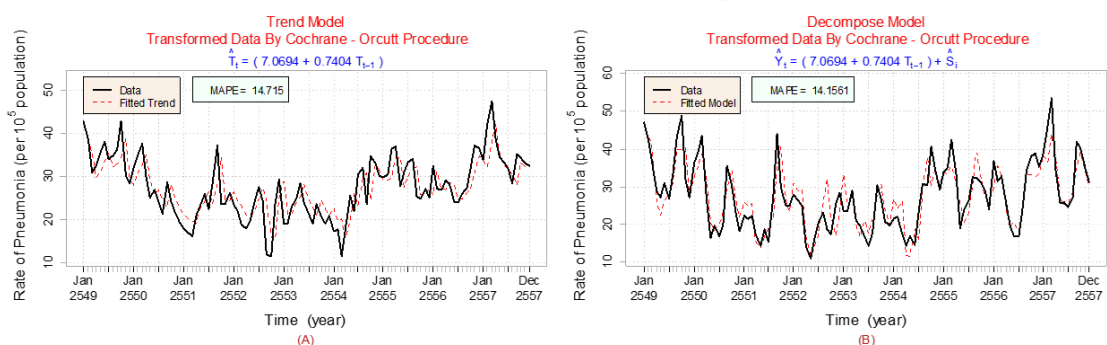
ตารางที่ 2 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง

เดือน	ดัชนี ฤดูกาล	เดือน	ดัชนี ฤดูกาล	เดือน	ดัชนี ฤดูกาล	เดือน	ดัชนี ฤดูกาล
มกราคม	4.3596	เมษายน	-3.7402	กรกฎาคม	-7.0859	ตุลาคม	6.0569
กุมภาพันธ์	4.4243	พฤษภาคม	-8.7448	สิงหาคม	-1.3980	พฤศจิกายน	1.6909
มีนาคม	5.9312	มิถุนายน	-7.2434	กันยายน	6.8659	ธันวาคม	-1.1165



ภาพที่ 2 รูปแบบของดัชนีฤดูกาลของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนประกอบ

Decompose Method Plot of Lamphang



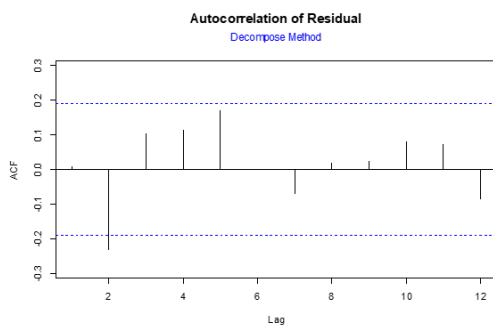
ภาพที่ 3 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนประกอบ

จากภาพที่ 3 (A) แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบแนวโน้มที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางคือ ตัวแบบแนวโน้มที่ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีคอกแคเรนและออร์คัต เมื่อ $\hat{\rho} = 0.7404$ ได้ตัวแบบพยากรณ์เชิงบวกดังนี้คือ

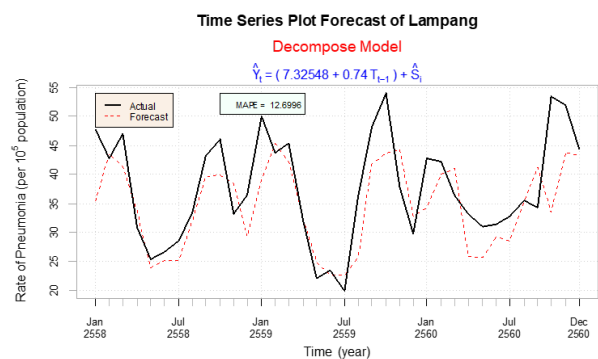
$$\hat{Y}_t = [7.0694 + 0.7404T_{t-1}] + \hat{S}_{it}^*, i = 1, 2, \dots, 12 \quad (13)$$

โดยที่ $\hat{S}_{it}^*$ คือค่าประมาณของดัชนีฤดูกาลที่ i ณ เวลา t ดังตารางที่ 2 และค่า MAPE ของตัวแบบพยากรณ์เท่ากับ 14.1807 ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 3 (B)

จากสมการที่ 13 เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมของพารามิเตอร์ β_0 ของตัวแบบพยากรณ์ โดยวิธีการแยกส่วนประกอบพบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 7.0694 มีความเหมาะสม ($t = 15.9791$, $P - \text{value} = 5.4215 \times 10^{-30}$) และเมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของค่าส่วนเหลือพบว่า ค่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov – Smirnov $Z = 0.0719$, $P - \text{value} = 0.6373$) มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ($F = 0.5366$, $P - \text{value} = 0.8264$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 1.8723 \times 10^{-16}$, $P - \text{value} = 1$) และเป็นอิสระกัน (จากภาพที่ 4 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของค่าส่วนเหลือส่วนใหญ่ตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการทดสอบแบบวิง $Z = -1.1711$, $P - \text{value} = 0.2415$) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จึงมีความเหมาะสม ดังสมการที่ 13 และ $\hat{S}_{it}^*$ แทนค่าดัชนีฤดูกาลที่ i ณ เวลา t ใด ๆ ดังตารางที่ 2 เมื่อนำข้อมูลชุดตรวจสอบไปวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ จะให้ค่า MAPE เท่ากับ 12.6996 แสดงดังภาพที่ 5



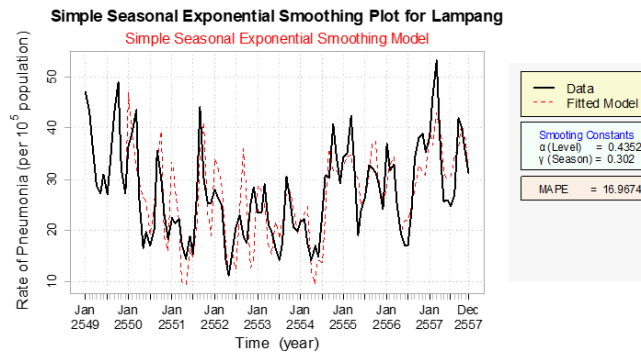
ภาพที่ 4 Autocorrelation ของค่าส่วนเหลือของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนประกอบ



ภาพที่ 5 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของชุดตรวจสอบโดยวิธีการแยกส่วนประกอบ

3. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก

การสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง ด้วยข้อมูลชุดฝึกสอน โดยวิธีการปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวกพบว่า ค่า $\alpha = 0.7847$ และ $\gamma = 0.0569$ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก

เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของค่าส่วนเหลือพบว่า ค่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov – Smirnov $Z = 0.0978$, $P - \text{value} = 0.2526$) มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา t ($F = 0.9578$, $P - \text{value} = 0.4670$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = -0.13409$, $P - \text{value} = 0.8936$) และมีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (จากภาพที่ 7 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของค่าส่วนเหลือส่วนใหญ่ตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และจากการทดสอบบิงพบว่า $Z = -1.8469$, $P - \text{value} = 0.0648$) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จึงมีความเหมาะสม แสดงดังสมการที่ 14 ดังนี้

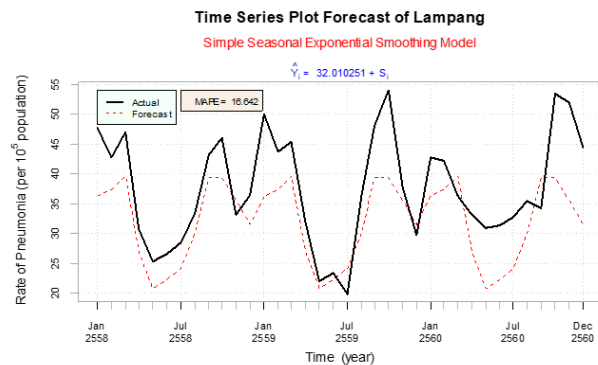
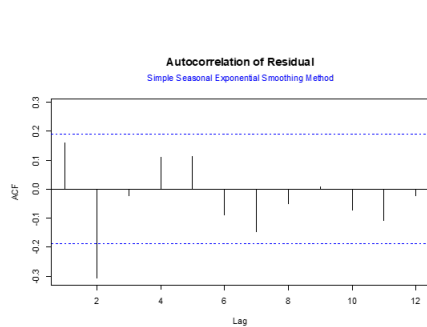
$$\hat{Y}_{t+h} = 32.0103 + \hat{S}_{h+12} \quad (14)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+h}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + h$ โดยที่ $h = 1$ ถึง 12 (เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 12 จำนวน 12 ค่า) และ $\hat{S}_{h+12}$ แทนดัชนีฤดูกาล ณ เวลา $h+12$ เมื่อ $h+12 = [(h - 1) \bmod 12] + 1$ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าประมาณอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา $h+12$ ของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง

$h+12$	$\hat{S}_{h+12}$	$h+12$	$\hat{S}_{h+12}$	$h+12$	$\hat{S}_{h+12}$	$h+12$	$\hat{S}_{h+12}$
1	4.3409	4	-4.8674	7	-7.8857	10	-1.8970
2	5.3720	5	-11.0803	8	2.0341	11	7.3709
3	7.6562	6	-9.6194	9	10.6623	12	7.3588

เมื่อนำข้อมูลอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางของชุดตรวจสอบไปคำนวณความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการปรับให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวกพบว่า ความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ MAPE เท่ากับ 16.6420 แสดงได้ดังภาพที่ 8

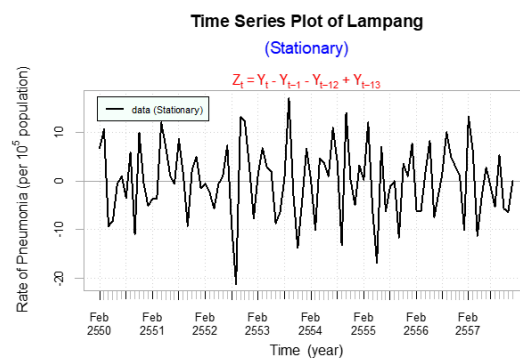


ภาพที่ 7 Autocorrelation ของค่า
ส่วนเหลือของตัวแบบพยากรณ์โดย
วิธีการปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลัง
ของฤดูกาลเชิงบวก

ภาพที่ 8 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของชุดตรวจสอบ
โดยวิธีการปรับให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก

4. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีบอกซ์และเจนกินส์

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดฝึกสอนดังกล่าวข้างต้นพบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อนุกรมเวลาชุดนี้มีความแปรปรวนคงที่ และไม่มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล จึงทำการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลออก ทั้งนี้เมื่อกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกอย่างเดียว ข้อมูลจะปรากฏแนวโน้มอีก ผู้วิจัยจึงได้กำจัดแนวโน้มและฤดูกาลออกจากอนุกรมเวลาเดิม Y_t จะได้อนุกรมเวลาใหม่ Z_t ณ เวลา t ที่เป็นอนุกรมเวลาคงที่คือ $Z_t = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$ ดังภาพที่ 9 และเมื่อทำการทดสอบการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลอีกครั้งพบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาใหม่ Z_t เป็นอนุกรมเวลาคงที่ เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้ม ($t = -0.3275$, $P - \text{value} = 0.7441$) และไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ($t = 0.1474$, $P - \text{value} = 0.9993$)



ภาพที่ 9 อนุกรมเวลาคงที่ของอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางของชุดฝึกสอน

จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาชุดฝึกสอนดังภาพที่ 10 (A) และ 10 (B) ตามลำดับ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาใหม่ Z_t ซึ่งเป็นอนุกรมเวลาคงที่ และประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์ ดังตารางที่ 4 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ คือ ARMA (2, 0) $\times$ SARMA (1, 0)₁₂ และมีค่า MAPE เท่ากับ 18.4498 ซึ่งสามารถวาดกราฟการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางของชุดฝึกสอนด้วยวิธีการบอกซ์และเจนกินส์ ดังภาพที่ 11 และสามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์ได้ดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)(1 - \phi_1 B^{12})Z_t = \varepsilon_t$$

$$Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - \phi_1 Z_{t-12} + \phi_1 \phi_1 Z_{t-13} + \phi_2 \phi_1 Z_{t-14} = \varepsilon_t$$

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-12} - \phi_1 \phi_1 Z_{t-13} - \phi_2 \phi_1 Z_{t-14} + \varepsilon_t$$

เนื่องจาก $Z_t = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$ ดังนั้นจะได้

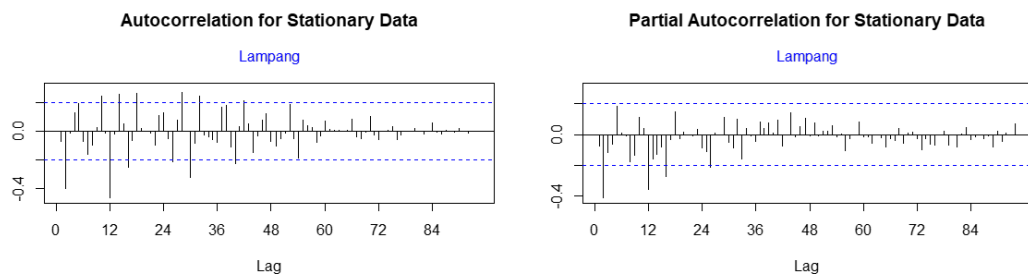
$$Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13} = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-12} - \phi_1 \phi_1 Z_{t-13} - \phi_2 \phi_1 Z_{t-14} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-12} - \phi_1 \phi_1 Z_{t-13} - \phi_2 \phi_1 Z_{t-14} + \varepsilon_t + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13}$$

เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากตารางที่ 4 จะได้ตัวแบบพยากรณ์ดังสมการที่ 15 ดังนี้

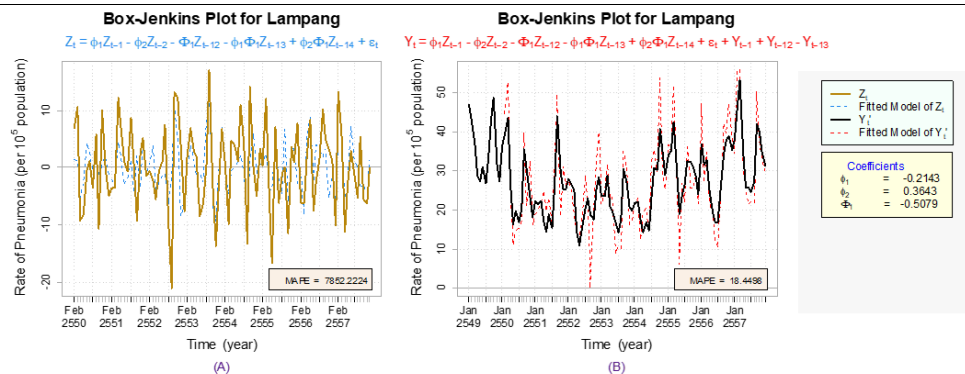
$$Y_t = -0.2143 Z_{t-1} - 0.3643 Z_{t-2} - 0.5079 Z_{t-12} - 0.1088 Z_{t-13} - 0.1850 Z_{t-14} + \varepsilon_t + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} \quad (15)$$

เมื่อ $t = 109, 110, \dots$ และจะขยับช่วงเวลาทีละ 1 ช่วงเวลา เพื่อแทนค่าอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางที่ได้จากการพยากรณ์ก่อนหน้านี้



ภาพที่ 10 Autocorrelation และ Partial Autocorrelation ของอนุกรมเวลาใหม่ Z_t ของชุดฝึกสอน ตารางที่ 4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติ t และค่า P-value ของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์และเจนกินส์

พารามิเตอร์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	P – value
ϕ_1	-0.2143	0.0969	-2.2101	0.0271
ϕ_2	-0.3643	0.0966	-3.7703	0.0002
Φ_1	-0.5079	0.0910	-5.5828	2.37×10^{-8}



ภาพที่ 11 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

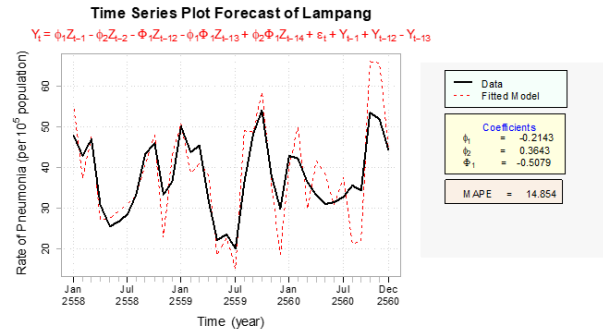
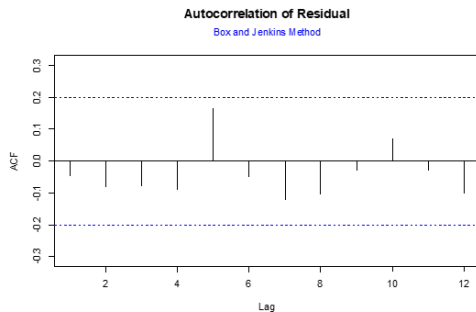
เมื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่าของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์พบว่า มีความเหมาะสม ดังตารางที่ 4 และเมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของค่าส่วนเหลือพบว่า ค่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov – Smirnov $Z = 0.0618$, $P - \text{value} = 0.8392$) มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ($F = 0.2885$, $P - \text{value} = 0.9568$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = -0.45529$, $P - \text{value} = 0.6499$) มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (จากภาพที่ 12 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของค่าส่วนเหลือตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การทดสอบแบบวิง $Z = -0.8296$, $P - \text{value} = 0.4068$) และค่าส่วนเหลือมีการเคลื่อนไหว ณ ช่วงเวลาห่างกัน 12, 24, 36 และ 48 ช่วงเวลาเป็นอิสระกัน ดัง

ตารางที่ 5 ซึ่งเป็นการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของ Box – Ljung และเมื่อคำนวณความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์พบว่า ค่า MAPE เท่ากับ 14.8540 ดังภาพที่ 13

ตารางที่ 5 ค่าสถิติและค่า p-value ของการทดสอบความเป็นอิสระของค่าส่วนเหลือในช่วงเวลาห่างกัน 12, 24, 36 และ 48 ช่วงเวลาจากตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์โดยใช้สหสัมพันธ์ในตัวของวิธี Box - Ljung

Lag	df	ค่าสถิติ	P - value
12	9	10.2787	0.3284
24	21	27.8238	0.1452

36	33	44.6146	0.0854
48	45	60.8556	0.0575



ภาพที่ 12 Autocorrelation ของค่าส่วน
เหลือของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีการบอกซ์
และเจนกินส์

ภาพที่ 13 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของชุดตรวจสอบ
โดยใช้วิธีการบอกซ์และเจนกินส์

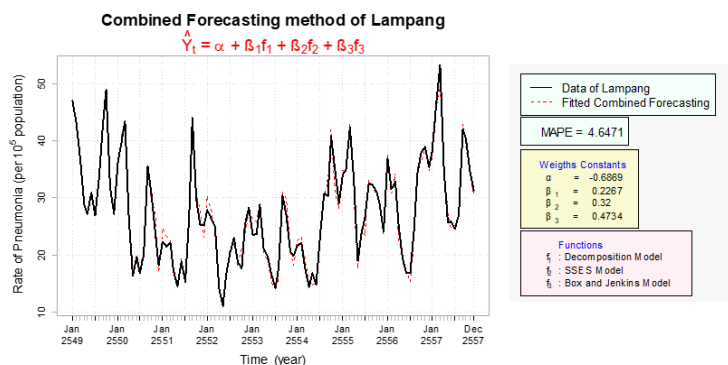
5. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้วิธีการพยากรณ์รวม

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธีพยากรณ์เชิงเดี่ยวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square : OLS) ของวิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก และวิธีการบอกซ์และเจนกินส์ พบว่า b_0 (ค่าคงที่) เท่ากับ -0.6869 , $b_1 = 0.2267$, $b_2 = 0.3200$ และ $b_3 = 0.4734$ ตามลำดับ แสดงได้ดังภาพที่ 14 และจากสมการที่ 11 สามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์รวมได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -0.6869 + 0.2267f_1 + 0.3200f_2 + 0.4734f_3 \quad (16)$$

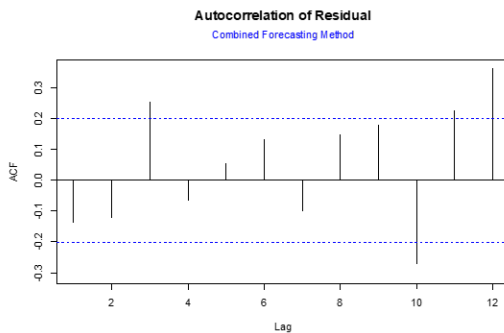
เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์รวม ณ เวลา t และ

f_1, f_2 และ f_3 แทนค่าพยากรณ์เชิงเดี่ยว ณ เวลา t โดยใช้วิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก และวิธีการบอกซ์และเจนกินส์ ตามลำดับ

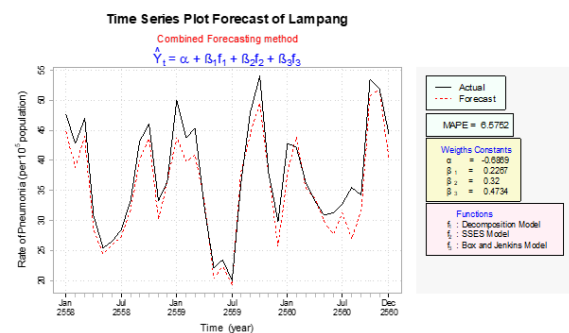


ภาพที่ 14 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์รวม

เมื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รวมโดยค่าส่วนเหลือพบว่า ค่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov – Smirnov $Z = 0.0736$, $P - \text{value} = 0.6549$) มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ($F = 0.3899$, $P - \text{value} = 0.9060$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 5.2760 \times 10^{-14}$, $P - \text{value} = 1$) มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (จากภาพที่ 15 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของค่าส่วนเหลือส่วนใหญ่ตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และจากการทดสอบแบบวิ่ง $Z = 0$, $P - \text{value} = 1$) และเมื่อคำนวณความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์รวมพบว่า มีค่า MAPE เท่ากับ 6.6235 ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 15 Autocorrelation ของค่าส่วนเหลือของตัวแบบพยากรณ์รวม



ภาพที่ 16 อนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ของชุดตรวจสอบโดยวิธีพยากรณ์รวม

6. ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง

การพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปางด้วยเกณฑ์ MAPE ที่ต่ำสุดของวิธีการพยากรณ์แยกส่วนประกอบเชิงบวก วิธีการปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบโดยวิธีการพยากรณ์รวมที่ให้ค่าของการวัดความแม่นยำต่ำที่สุดที่มีค่า MAPE เท่ากับ 6.5752 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่า MAPE ของตัวแบบพยากรณ์และความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดลำปาง

วิธีการพยากรณ์	ตัวแบบ	MAPE ตัวแบบ	MAPE ความแม่นยำ
แยกส่วนประกอบเชิงบวก	สมการที่ 13	14.1561	12.6996
ปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก	สมการที่ 14	16.9674	16.6420
บ็อกซ์และเจนกินส์	สมการที่ 15	18.4498	14.8540

พยากรณ์รวม

สมการที่ 16

4.6471

6.5752*

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลรายเดือนของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบและจำนวนประชากรของจังหวัดลำปางจากเว็บไซต์สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข และเว็บไซต์สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ตามลำดับ ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดลำปางต่อแสนคน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดฝึกสอน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 108 ค่า เพื่อนำมาสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี คือ วิธีการแยกส่วนประกอบเชิงบวก วิธีการปรับให้เรียบเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม ชุดตรวจสอบ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 36 ค่า เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำที่สุด จากการเปรียบเทียบค่า MAPE ของความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์ต่ำที่สุดด้วยค่า MAPE เท่ากับ 6.5752 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ตัวแบบพยากรณ์รวมที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์เชิงเดี่ยวในระยะเวลาพยากรณ์แบบระยะสั้น (short term) ซึ่งเป็นช่วงเวลาระหว่างหนึ่งถึงสามเดือน ของอนุกรมเวลาอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดลำปาง โดยตัวแบบพยากรณ์รวมแสดงได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -0.6869 + 0.2267f_{1t} + 0.3200f_{2t} + 0.4734f_{3t}$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์รวม ณ เวลา t และ f_{1t} , f_{2t} และ f_{3t} แทนค่าพยากรณ์เชิงเดี่ยว ณ เวลา t ใด ๆ จากวิธีการแยกส่วนประกอบเชิงบวก วิธีการปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของฤดูกาลเชิงบวก และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตามลำดับ

ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของวรางคณา กิริติวิบูลย์ (2559) เรื่องตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทยที่กล่าวว่า การพยากรณ์รวมเป็นวิธีการที่มีความแม่นยำมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงข้อมูลอัตราผู้ป่วยโรคปอดอักเสบแต่ละเดือนจะขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรของจังหวัดลำปางในแต่ละเดือน ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรนำข้อมูลปัจจุบันล่าสุดมาปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ก่อนทำการพยากรณ์เพื่อให้ได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในอนาคตต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดโรคปอดอักเสบโดยวิธีการทางสถิติ เช่น วิธีการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple Linear Regression) และวิธีการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์จาก คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรฐา มินเสน ที่ให้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Samprit Chatterjee and Ali S. Hadi. (2006). **Regression Analysis By Example**. 4. The United States of America.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2539). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ**. กรุงเทพฯ: พลิกลส์เซ็นเตอร์.
- พิษณุ เจียวคุณ. (2550). **การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : สถาบันบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วรางคณา กิรติวิบูลย์. (2559). **ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทย**. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 11(1), 29 -38.
- วัชรี้ แก้วนอกเขา. (2555). **โรคปอดอักเสบ ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548 – 2553**. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ ปีที่ 43 (ฉบับพิเศษ), 90 – 98.
- สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข. (2559). **สรุปสถิติที่สำคัญ พ.ศ. 2559**. นนทบุรี : กระทรวงสาธารณสุข.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). **พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา**. กรุงเทพฯ : สำนักงาน.
- สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2560). **รายงานจำนวนประชากร จำแนกตามพื้นที่**. สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. <https://www.nhso.go.th/FrontEnd/page-contentdetail.aspx?CatID=MTA5NQ==> (สืบค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2560).
- สำนักระบาดวิทยา. (2560). **Pneumonia**. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. <http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?ds=31> (สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2560).
- สำนักระบาดวิทยา. (2549). **โรคปอดอักเสบ**. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. <http://www.boe.moph.go.th/fact/Pneumonia.htm> (สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2560).

แอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทย

Animation of Thai Folk Play

อุทุมพร ศรีโยม(Utumporn Sriyom)^{1*} พรศิลป์ บัวงาม(Pornsir Buangam)² และพิชญณ์
เพ็ญมาศ(Pitchayut Penmas)³

^{1,2} สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ สาขาวิชาการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*Corresponding author. E-mail: utumporn_sri@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทย และเพื่อส่งเสริมอนุรักษ์การละเล่นพื้นบ้านของไทยในแต่ละภาค การละเล่นพื้นบ้านเป็นการละเล่นที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของท้องถิ่นนั้นๆ สามารถแบ่งการละเล่น 4 ภาค ได้ดังนี้ 1) ภาคกลาง 2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีสาน 3) ภาคเหนือ และ 4) ภาคใต้ เมื่อนำแอนิเมชันไปให้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 50 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจสื่อเป็นอย่างมากและได้ประเมินความพึงพอใจทุกรายการอยู่ในระดับมากที่สุด ได้รู้จักการละเล่นของไทย ($\bar{x}$ = 4.80, SD = 0.42) คุณภาพด้านเทคนิคการนำเสนอ ($\bar{x}$ = 4.80, SD = 0.40) สื่อแอนิเมชันมีประโยชน์ ($\bar{x}$ = 4.80, SD = 0.50) และนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนประเมิน พบว่าความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาการละเล่นอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด ($\bar{x}$ = 5.00, SD = 0.00) และผลการประเมินคุณภาพของภาพและเสียง และความน่าสนใจของสื่อแอนิเมชัน อยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.50, SD = 0.58) จึงทำให้ทราบว่าสื่อแอนิเมชัน เรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทยมีคุณภาพในการนำเสนอเนื้อหาและวิธีการเล่นของการละเล่นในแต่ละภูมิภาคมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การละเล่นของไทย การ์ตูน แอนิเมชัน

Abstract

The main purpose of this research was to design and develop an animation 2D of Thai Folk Play and preservation and promotion of Thai folk play. Thai folk play showcase local or regional identity. They were divided into 4 region of Thailand as

follows: 1) Central Region 2) northeastern region 3) north region and 4) south region. The size of sample group for this research formed through purposive sampling in 50, It was found that the samples were very interested in the animation and evaluated the satisfaction of all items at the highest level: were satisfied that the getting to know Thai Folk Play ($\bar{x} = 4.80$, $SD = 0.42$), technical presentation quality ($\bar{x} = 4.80$, $SD = 0.40$), good quality animation ($\bar{x} = 4.80$, $SD = 0.50$) and with additional involvement of 5 experts. The results were as follows: the respondents' opinions on the evaluated the satisfaction of all items at the highest level: were the accuracy of Thai folk play content ($\bar{x} = 5.00$, $SD = 0.00$) and picture and sound quality and interest of animation ($\bar{x} = 4.50$, $SD = 0.58$). It is known that the animation Thai folk play have the quality to present the content and how to play the folk in each region.

Keywords: Thai play, cartoon, animation

บทนำ

การละเล่นพื้นบ้านของไทยเป็นวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละท้องถิ่น ในอดีต การละเล่นพื้นบ้านของไทยนั้นถือเป็นกิจกรรมผ่อนคลายในยามว่างหรือเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งเป็นกิจกรรมนันทนาการรูปแบบเดียวกับเกม ที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาการของเด็กๆ ในด้านอารมณ์ ความคิด ความสนุกสนาน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ยอมรับร่วมกันในสังคมว่าเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่มีการถ่ายทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปยังคนอีกรุ่นหนึ่ง การละเล่นพื้นบ้านของไทยนั้นไม่เน้นการแข่งขันที่มีแพ้หรือชนะ แต่จะมีคุณค่าและมีความสำคัญในการหล่อหลอมพฤติกรรมของเด็ก ๆ สร้างประสบการณ์ทางสังคมให้เด็กๆ กล้าคิด กล้าแสดงออก รู้จักปรับตัวให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข รู้จักคุณค่าของตัวเอง รู้จักการแบ่งปัน เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ซึ่งกันและกัน แต่ในปัจจุบัน การละเล่นพื้นบ้านของไทยนั้น เริ่มได้รับความนิยมน้อยลง เพราะการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่เข้ามาอย่างรวดเร็ว ทำให้เด็ก ๆ ส่วนใหญ่ไม่สนใจและไม่รู้จักการละเล่นพื้นบ้าน ตรงกันข้ามกลับสนใจเกมที่อยู่ในโลกออนไลน์ ที่สามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนหรือเล่นร่วมกันได้จากทุกที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และด้วยเกมที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีทั้งภาพ เสียง และเทคนิคการเล่นที่น่าสนใจ ผสมกับราคาของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเล่นเกม นั้นมีราคาถูกลงจากเดิมมาก จึงทำให้เด็ก ๆ ส่วนใหญ่ มองข้ามการละเล่นพื้นบ้านของไทย แต่หมกมุ่นกับการเล่นเกมบนโลกออนไลน์แทน โดยทำให้การละเล่นของไทยค่อย ๆ เลือนหายไปโดยที่เด็กในยุคปัจจุบันไม่มีการรับรู้ถึงการละเล่นพื้นบ้านในสมัยก่อน

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนา แอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทยขึ้น เพื่ออนุรักษ์และเผยแพร่ให้เด็ก ๆ ในยุคปัจจุบัน ได้รู้จักและทราบถึงวิธีการเล่นของการละเล่นพื้นบ้าน ในแต่ละภาค รวมไปถึงเป็นการอนุรักษ์การละเล่นพื้นบ้านในแต่ละภาคให้เด็กในปัจจุบันได้รู้จักและ เรียนรู้เพื่อไม่ให้การละเล่นของไทยหายไปจากสังคม อีกทั้งการพัฒนาแอนิเมชันการละเล่นพื้นบ้านนั้น จะช่วยให้เด็ก ๆ เข้าใจง่ายขึ้นด้วยการถ่ายทอดออกมาในรูปแบบของตัวละครในลักษณะการ์ตูน และสามารถนำไปถ่ายทอดให้กับเด็ก ๆ คนอื่นต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาแอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทย
2. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยในครั้งนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลแบบเจาะจง จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้งานสื่อแอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทย เป็นเด็ก อายุระหว่าง 11-13 ปี จำนวน 50 คน และจำนวนผู้เชี่ยวชาญทางด้านการละเล่นในแต่ละภาค และผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านสื่อแอนิเมชัน จำนวน 5 คน

2. การประเมิน การประเมินผลการใช้งานสื่อแอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทย โดยใช้สถิติขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายความว่า มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายความว่า มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายความว่า ปานกลาง

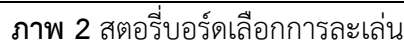
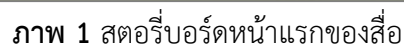
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายความว่า น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.01 – 1.50 หมายความว่า น้อยที่สุด

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและรวบรวมเนื้อหา ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการละเล่นพื้นบ้านของไทยในแต่ละภาค ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) การละเล่นของไทยในแต่ละภาค ภาคละ 2 การละเล่น 2) วิธีการเล่น และ 3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการละเล่น

3.2 ขั้นตอนที่ 2 เขียนสตอรี่บอร์ด (Story board) เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้ออกแบบเนื้อหา โดยการวาดรูปการ์ตูนลงในกระดาษ เพื่อให้เห็นถึงลำดับของเนื้อเรื่องที่จะนำมาพัฒนาแอนิเมชัน แสดงดังภาพ 1 และภาพ 2

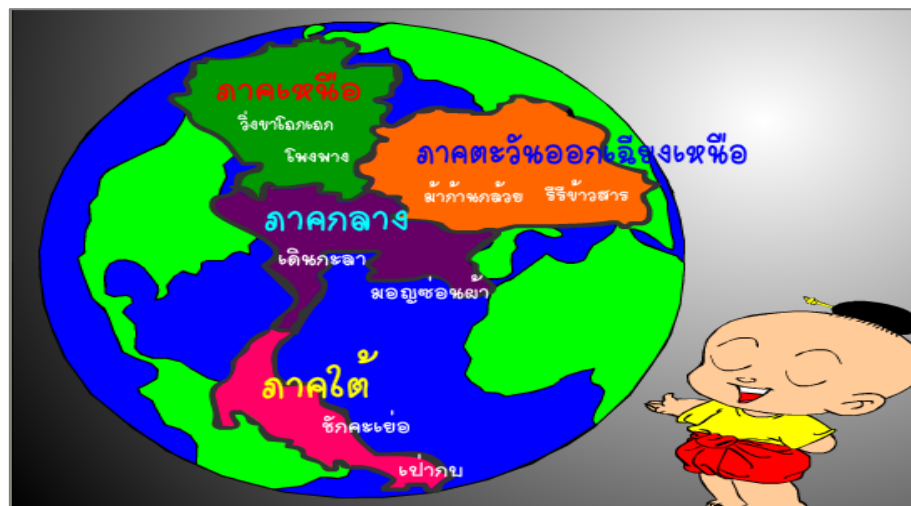


3.3 ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบและพัฒนาแอนิเมชัน หลังจากศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและคัดเลือกการละเล่นพื้นบ้านของไทยในแต่ละภาค และการออกแบบเนื้อหาลงในสตอรี่บอร์ดแล้ว จึงทำการออกแบบและพัฒนาแอนิเมชันเรื่องการละเล่นพื้นบ้านของไทยด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างการตัวละครและฉากต่าง ๆ ให้มีการเคลื่อนไหวและใส่เสียงในการบรรยายเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ โดยเนื้อหาของแอนิเมชันทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ภาค ในแต่ละภาคมีการละเล่น 2 การละเล่น ซึ่งในแอนิเมชันที่พัฒนานั้น เริ่มต้นการออกแบบด้วยหน้าแรกของสื่อ ผู้ใช้สามารถเลือกชม

การละเล่นในภาคใดก่อนก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเรียงตามอันดับ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน
แสดงดังนี้



ภาพ 3 หน้าแรกของแอนิเมชัน



ภาพ 4 ปุ่มเลือกการละเล่นของแต่ละภาค

3.3.1 ภาคเหนือ การละเล่นภาคเหนือประกอบด้วยการเล่นวิ่งขา เถก พร้อม
ทั้งแสดงอุปกรณ์การเล่น แสดงดังภาพ 5 และภาพ 6 และการละเล่นโพงพาง แสดงดังภาพ 7 และ
ภาพ 8



ภาพ 5 การเล่นเกมชิงขาโอเกเอก



ภาพ 6 อุปกรณ์การเล่นเกมชิงขาโอเกเอก



ภาพ 7 การเล่นโพงพาง



ภาพ 8 อุปกรณ์การเล่นโพงพาง

3.3.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเล่นเกมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วยการเล่นม้ก้านกล้วยพร้อมทั้งแสดงอุปกรณ์การเล่น แสดงดังภาพ 9 และภาพ 10 และการเล่นรี้ข้าวสาร แสดงดังภาพ 11



ภาพ 9 การเล่นม้ก้านกล้วย

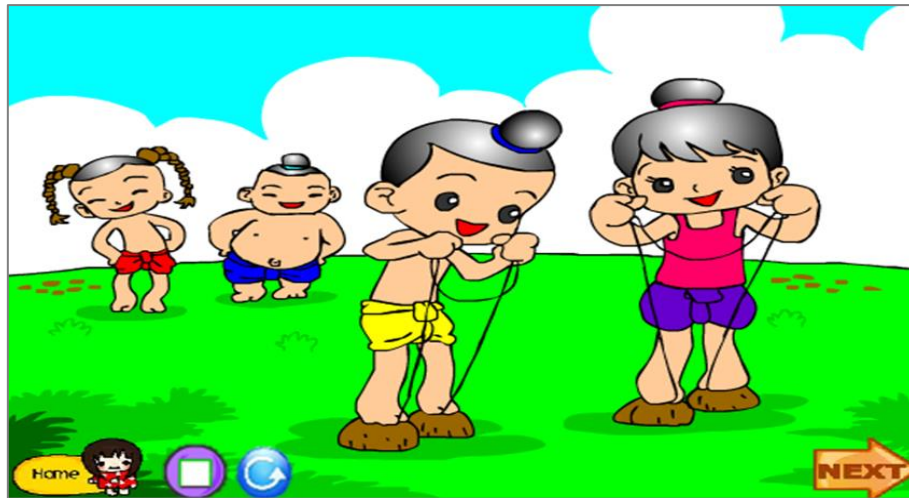


ภาพ 10 อุปกรณ์การเล่นโพงพาง



ภาพ 11 การละเล่นวิธีข้าวสาร

- 3.1.1 ภาคกลาง การละเล่นภาคกลางประกอบด้วยการละเล่นการเดินกะลาพร้อม
ทั้งแสดงอุปกรณ์การเล่น ดังภาพ 12 และภาพ 13 การละเล่นที่สองเป็น
การละเล่นมอญซ่อนผ้า ดังภาพ 14 และภาพ 15



ภาพ 12 การละเล่นเดินกะลา



ภาพ 13 อุปกรณ์ที่ใช้ในการละเล่นเดินกะลา



ภาพ 14 การเล่นมอญซ่อนผ้า



ภาพ 15 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นมอญซ่อนผ้า

3.1.2 ภาคใต้ การเล่นเกมภาคใต้ประกอบด้วยการเล่นชักกะเย่อ พร้อมทั้งแสดง
อุปกรณ์การเล่น แสดงดังภาพ 16 และภาพ 17 และการเล่นเป่ากบ แสดงดังภาพ 18 และภาพ 19



ภาพ 16 การเล่นชักกะเย่อ



ภาพ 17 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นชักเย่อ



ภาพ 18 การละเล่นเป่ากบ



ภาพ 19 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นเป่ากบ

ผลการวิจัย

จากการออกแบบและพัฒนาแอนิเมชันเรื่องการเล่นพื้นบ้านของไทย และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเล่นในแต่ละภาค และผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อแอนิเมชัน จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาการเล่นพื้นบ้านในแต่ละภาค และนำไปให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ได้ดูสื่อแอนิเมชันพร้อมทั้งร่วมประเมินความพึงพอใจ จึงทำให้ทราบผลการประเมินเป็น 2 ส่วน ดังตาราง 1 และตาราง 2

ตาราง 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพการ์ตูนแอนิเมชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความถูกต้องของเนื้อหาการเล่น	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความครบถ้วนของเนื้อหาการเล่น	5.00	0.00	มากที่สุด
3. คุณภาพของภาพและเสียง	4.50	0.58	มากที่สุด
4. ความน่าสนใจของสื่อแอนิเมชัน	4.50	0.58	มากที่สุด
5. คุณภาพด้านเทคนิคการนำเสนอ	4.75	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.75	0.33	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินทางด้านความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาการเล่นอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด ($\bar{x} = 5.00$, $SD = 0.00$) และผลการประเมินคุณภาพของภาพและเสียง และความน่าสนใจของสื่อแอนิเมชัน อยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$, $SD = 0.58$) โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับโทนสีของสื่อแอนิเมชันให้เป็นสีสดใสเพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้ชมได้ และผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนการนำไปให้กลุ่มตัวอย่างดูต่อไป

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแอนิเมชัน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ได้รู้จักการเล่นของไทย	4.80	0.42	มากที่สุด
คุณภาพด้านเทคนิคการนำเสนอ	4.80	0.40	มากที่สุด
สื่อแอนิเมชันมีประโยชน์	4.80	0.50	มากที่สุด
ความรู้ที่ได้จากสื่อแอนิเมชัน	4.78	0.42	มากที่สุด
ความน่าสนใจของสื่อแอนิเมชัน	4.78	0.42	มากที่สุด
คุณภาพสีทันของสื่อแอนิเมชัน	4.76	0.43	มากที่สุด

คุณภาพของเสียงของสื่อแอนิเมชัน	4.56	0.50	มากที่สุด
คุณภาพของภาพของสื่อแอนิเมชัน	4.52	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.73	0.45	มากที่สุด

จากตาราง 2 ผลการประเมินพบว่ากลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจสื่อเป็นอย่างมากและได้ประเมินความพึงพอใจทุกรายการอยู่ในระดับมากที่สุดโดยเรียงตามลำดับความพึงพอใจสูงสุดคือ ได้รู้จักการเล่นของไทย ($\bar{x} = 4.80$, $SD = 0.42$) คุณภาพด้านเทคนิคการนำเสนอ ($\bar{x} = 4.80$, $SD = 0.40$) สื่อแอนิเมชันมีประโยชน์ ($\bar{x} = 4.80$, $SD = 0.50$) จึงทำให้ทราบว่าสื่อแอนิเมชันเรื่องการเล่นพื้นบ้านของไทยมีคุณภาพในการนำเสนอเนื้อหาและวิธีการเล่นของการเล่นในแต่ละภูมิภาค

สรุปและอภิปรายผล

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า แอนิเมชันเรื่องการเล่นพื้นบ้านของไทยนั้น บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือเมื่อนำแอนิเมชัน เรื่องการเล่นพื้นบ้านของไทยไปให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ได้รับชมแอนิเมชัน พบว่า กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจและมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.73$, $SD = 0.45$) รวมไปถึง แอนิเมชันที่ทำการพัฒนาขึ้น สามารถสร้างแรงดึงดูดให้กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจตลอดเวลาที่รับชมแอนิเมชัน นอกจากนั้น ยังได้รับความรู้ในด้านวิธีการเล่นของการเล่นพื้นบ้านของไทยในแต่ละภาคและยังเป็นกันร่วมกันอนุรักษ์การเล่นของไทยให้คงอยู่สืบไป ผลการประเมินแอนิเมชันจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน นั้น ทำให้ทราบว่า แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการเล่นพื้นบ้านของไทย มีความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหา ภาพและเสียง รวมถึงความน่าสนใจของแอนิเมชันอยู่ระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.75$, $SD = 0.33$) จึงบ่งบอกและยืนยันได้ว่า สื่อแอนิเมชันเรื่องการเล่นพื้นบ้านของไทยในแต่ละภาค มีคุณภาพและสามารถลำดับภาพและการนำเสนอได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

แอนิเมชันที่พัฒนาขึ้นนั้น ยังไม่ครอบคลุมกับการเล่นพื้นบ้านของไทยทั้งหมด จึงควรพัฒนาต่ออาจจะอยู่ในรูปแบบของแอนิเมชัน 2 มิติ หรือ 3 มิติ เพื่อเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ให้เด็ก ๆ รุ่นต่อไปได้ศึกษาเรียนรู้ และทราบถึงวิธีการเล่น และคงไว้ซึ่งภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ ไม่ให้สูญหายไป

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์ขาว สายแปลง. (2559). การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียร่วมกับชุดทดลองการเชื่อมต่อระบบ
เครือข่ายคอมพิวเตอร์, วารสารเทคโนโลยีภาคใต้, 9(2), 45-52.
- นฤมล อินทธีรักษ์ และเจนจิรา โคตรสินธุ์. (2558). การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องลอยกระทง
, วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 2(1), 72-76.
- ศิริภรณ์ น้อยพงษ์และกฤติกา สังขวดี. (2559). ผลของการใช้สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ ที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนเรื่อง ป่าไม้ มหัตศจรรย์ของนักศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารเทคโนโลยี
ภาคใต้, 9(1), 7-11.
- ฉันทพัฒน์ วงศ์รัตน์. (2555). สร้างเอฟเฟกต์ให้กับวิดีโอด้วย After Effects CS6. กรุงเทพฯ: สวิสดีไอที.
- นิพนธ์ คุณารักษ์. (2560). หลักการวิจารณ์ภาพยนตร์แอนิเมชัน. ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2560, จาก
http://www.baanjommyut.com/libray_2/xtension2/computer_graphic/05.html.
- พินจันทร์ ชนวัฒน์เสถียร. (2556). Flash CS6 ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: รีไควว่า.

การพัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์

The Development of the Exam Library for Online Testing System

กฤตติยาภรณ์ สุขเทศ(Krittayaphon Sukther)^{1*} รติพร สุดเสนาะ(Ratiporn Sudsanor)²

^{1,2} สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

*Corresponding author. E-mail: Krittayaphon.s@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น สิ่งที่ได้จากพัฒนาระบบคือระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน งานหลักของระบบ คือ การเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อสอบ และสร้างชุดข้อสอบ โดยสามารถทำการสุ่มข้อสอบตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ชุดข้อสอบที่มีจำนวนข้อตามน้ำหนักของแต่ละวัตถุประสงค์ ส่วนการจัดสอบสามารถกำหนดให้จับเวลาการทำข้อสอบได้และสามารถแจ้งผลคะแนนได้ทันทีเมื่อการสอบเสร็จสิ้น ในส่วนของการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ซึ่งแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ออกข้อสอบ Instructor พบว่าผู้ใช้งานกลุ่มนี้มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก($\bar{x} = 4.16$, $SD. = 0.26$) และ 2) กลุ่มผู้สอบ examinees พบว่าผู้ใช้งานกลุ่มนี้มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก($\bar{x} = 4.40$, $SD. = 0.33$) ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวการพัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์สามารถนำไปใช้งานได้จริงตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

คำสำคัญ: ระบบคลังข้อสอบ การสอบออนไลน์ คลังข้อสอบออนไลน์

Abstract

The objectives of this research are 1) to develop an examination library system for online testing 2) to survey user satisfaction in the performance of this system. The outcome is an examination system for online testing on web application. The main task of the system is to manage examination such as inserting, deleting, editing and creating examination kit via randomization process following the objective in order to gain the tests depending on the weight of the objective. For the examination, the timing can be conducted and the test result can be revealed eventually after the examination. In the part of user satisfaction, it can be divided into two groups 1) the test creator group: this group was highly satisfied in using the

system ($\bar{x} = 4.16$, $SD=0.26$) and 2) the examinee group was also satisfied in high level ($\bar{x} = 4.40$, $SD=0.33$). According to the result, it can be concluded that the development of examination library system for online testing can be able to be practically used according to the objective.

Keywords: Examination Library System, Online exam, Online Test Library

บทนำ

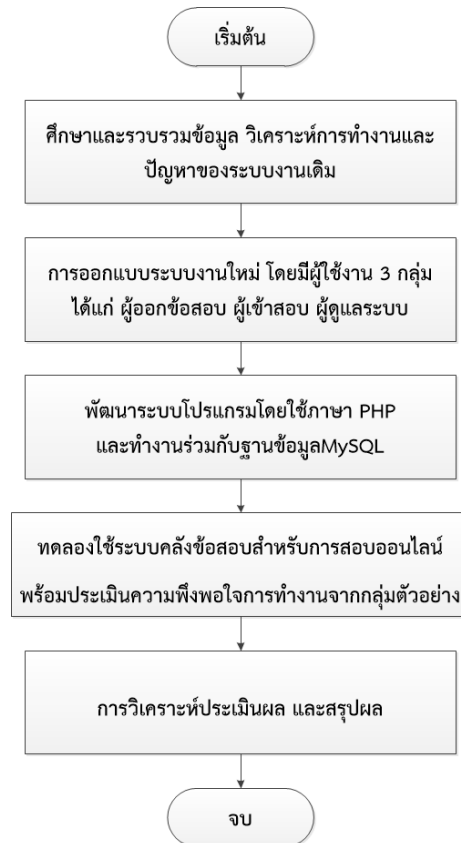
การวัดและประเมินผลทางการศึกษามีหลายชนิด ซึ่งข้อสอบเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการวัดผลการศึกษา และหากต้องการให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายการวัดผลที่กำหนดไว้ ต้องออกข้อสอบให้มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของเนื้อหา เพราะแต่ละเนื้อหามีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป (จารุณีทองอร่าม, 2552) และผู้สอนต้องใช้เวลาในการออกข้อสอบ จัดพิมพ์ข้อสอบลงในกระดาษ นำไปทดสอบกับผู้เรียนหรือกลุ่มเป้าหมาย เก็บกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน บันทึกคะแนนสอบของผู้สอบแต่ละคน ซึ่งนอกจากขั้นตอนที่มาก ในการจัดการสอบ แต่ละครั้งยังเสียเวลา และสิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้พิมพ์ข้อสอบและกระดาษคำตอบเป็นจำนวนมาก (ณัฐพล พานิชการ, 2555) ในการทดสอบแต่ละครั้งผู้ออกข้อสอบมักจะใช้ข้อสอบเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อความรวดเร็ว หรือออกข้อสอบใหม่ทั้งหมดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ แต่จะทำให้เสียเวลาเสียแรงงาน และบางครั้งก็ต้องใช้เวลาในการออกข้อสอบอย่างรวดเร็ว ทำให้ได้ข้อสอบที่ไม่สมบูรณ์ (กวินธร รัฐอาจ, 2558) เป็นที่ทราบกันดีว่าเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน สามารถช่วยในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูล ข้อสอบ/ชุดข้อสอบ ในรูปของคลังข้อสอบที่สามารถเพิ่มจำนวนข้อสอบ/ชุดข้อสอบหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนการจัดสอบสามารถจัดสอบแบบออนไลน์ ที่สามารถตรวจคำตอบและแจ้งผลคะแนนสอบได้โดยทันทีเมื่อการสอบเสร็จสิ้นลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์โดยเป็นระบบที่รวบรวมข้อสอบเพื่อช่วยให้ผู้ออกข้อสอบสามารถจัดการข้อสอบได้ด้วยตนเองสามารถ เพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อสอบ และสร้างชุดข้อสอบ ข้อสอบที่เพิ่มเป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยสามารถทำการสุ่มตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ชุดข้อสอบที่มีจำนวนตามน้ำหนักของแต่ละวัตถุประสงค์ การสร้างชุดสอบแต่ละครั้งกำหนดให้จับเวลาถอยหลังเพื่อให้ผู้สอบสามารถรู้ระยะเวลาในการทำข้อสอบได้อย่างชัดเจน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ให้มีความพร้อม ต่อการใช้งาน
2. ประเมินความพึงพอใจ ของผู้ใช้งานระบบที่มีต่อประสิทธิภาพของการใช้งาน ระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

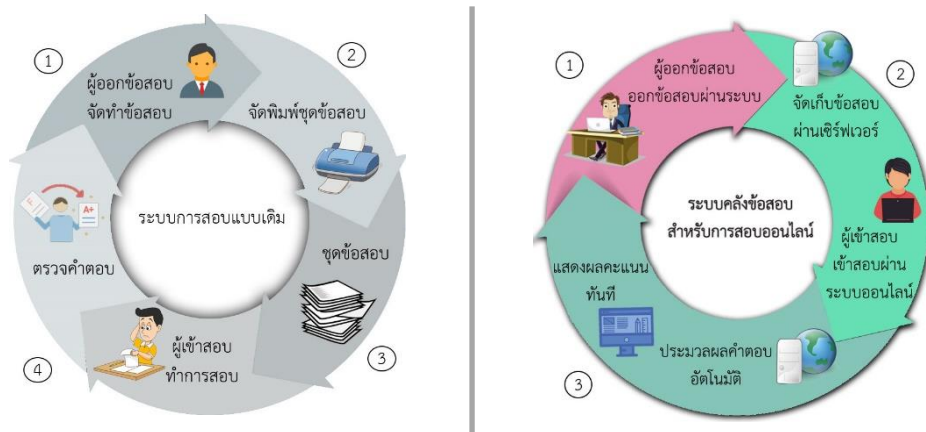
ผู้วิจัยใช้กระบวนการดำเนินการวิจัย โดยมีการดำเนินการ(ณรงค์ โพธิ์พฤษานันท์, 2556)
ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาและรวบรวม วิเคราะห์การทำงานและปัญหาของระบบเดิม

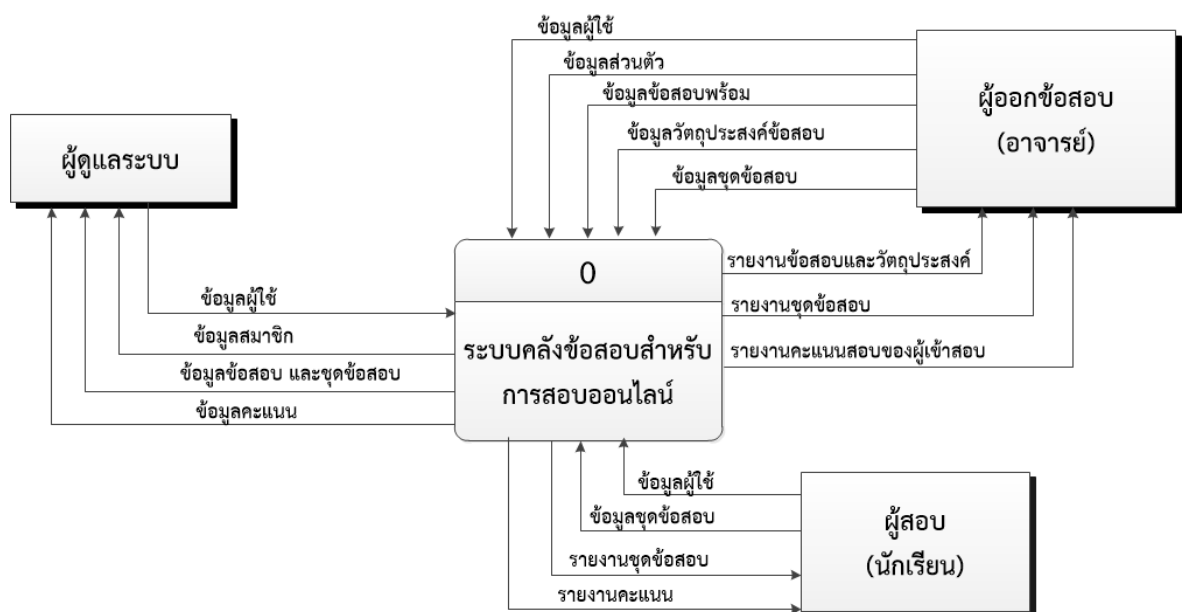
ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาความเป็นไปได้เพื่อกำหนดขอบเขตและวางแผนงาน (Scope and Planning) โดยวิเคราะห์ สภาพปัญหา จากการจัดสอบแบบเดิมมีข้อสังเกตเรื่อง สิ้นเปลืองเวลา และกระดาษ ข้อจำกัดเรื่องของสถานที่ การจัดเก็บข้อสอบที่มีจำนวนมาก และการสูญหายของข้อสอบ ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิด ดังภาพที่ 2



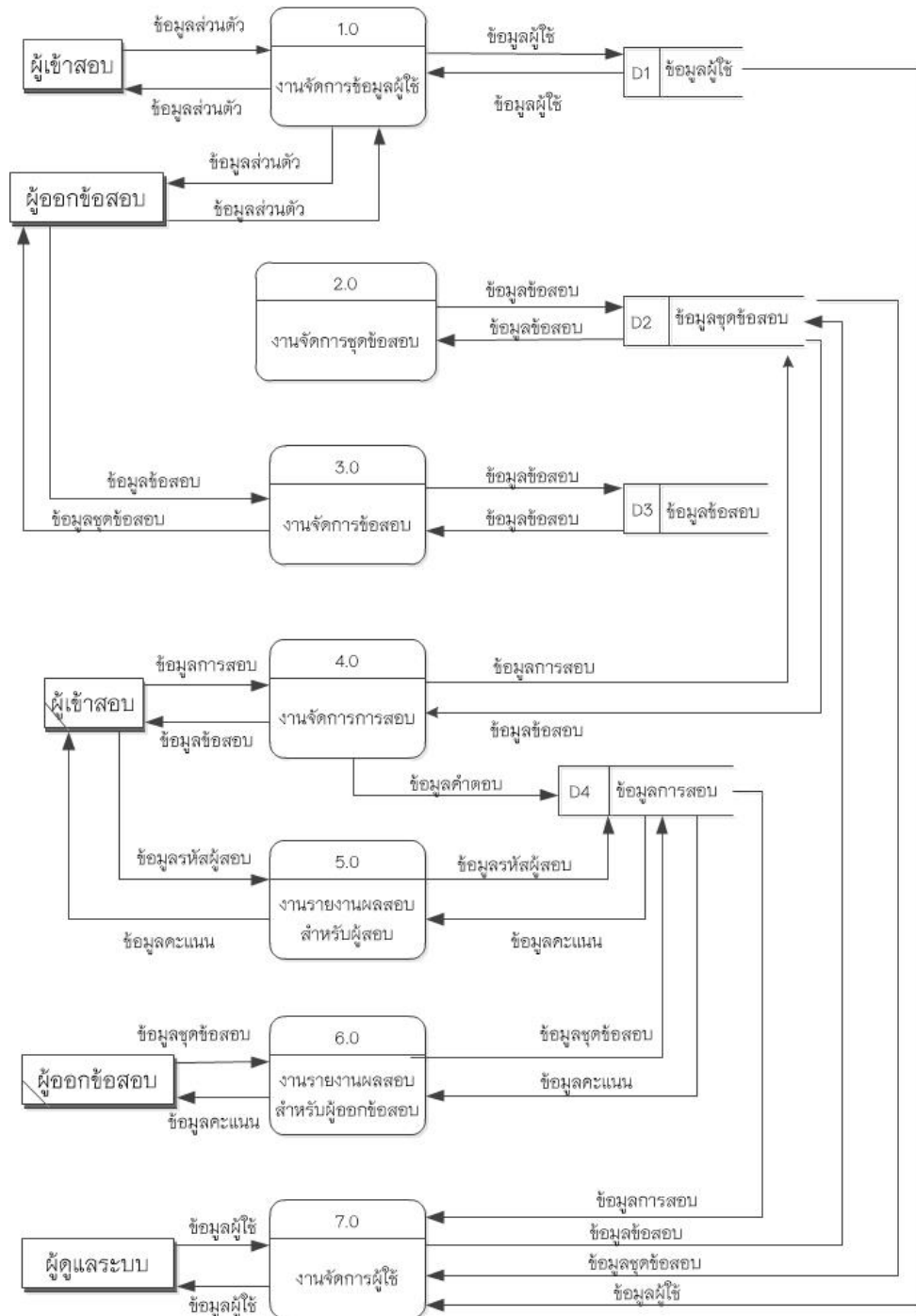
ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์ระบบงานเดิม และการวิเคราะห์ระบบงานใหม่

2) การออกแบบระบบงานใหม่

ภาพรวมของระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ มีบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ส่วนผู้ใช้งานที่เป็นผู้ออกข้อสอบ และส่วนผู้ใช้งานที่เป็นผู้เข้าสอบ ซึ่งมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องในในระบบ แสดงดังภาพ 3 และ ภาพ 4



ภาพที่ 3 แผนภาพบริบท(Context Diagram)



ภาพที่ 4 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 1

3) การพัฒนาระบบโปรแกรม

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

3.1) ฮาร์ดแวร์

- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) จำนวน 1 เครื่อง

3.2) ซอฟต์แวร์

- ภาษาพีเอชพี (PHP)
- จาวาสคริปต์ (JavaScript)
- เอชทีเอ็มแอล (HTML)
- แอปเซิร์ฟ (App Serv) สำหรับจำลองเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการทดสอบ

ระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์

- มายเอสคิวแอล (MySQL) สำหรับการจัดการฐานข้อมูล

4) ทดลองใช้ระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ พร้อมประเมินความพึงพอใจการทำงานจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ออกข้อสอบจำนวน 5 คน และประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เข้าสอบ จำนวน 40 คน

5) วิเคราะห์การประเมินและสรุปผล โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบประเมินจากกลุ่มตัวอย่างรวมเป็น 45 คน วิเคราะห์โดยแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จากสูตรการหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ จากสูตรที่ 1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) จากสูตรที่ 2 ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

เมื่อกำหนดให้

$$\begin{array}{ll} \bar{x} & \text{แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \\ \sum x & \text{แทนค่าผลรวมของข้อมูลทั้งหมด} \\ n & \text{แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด} \end{array}$$

และ

$$S.D = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})}{n-1}} \quad (2)$$

เมื่อกำหนดให้

S.D	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\bar{x}$	แทนค่าเฉลี่ย
X	แทนข้อมูลที่ได้
n	แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) ระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์
- 2) แบบประเมินความพึงพอใจ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม
 - 2.1 แบบประเมินความพึงพอใจ สำหรับผู้ออกข้อสอบ โดยผู้ประเมินจำนวน 5 คน
 - 2.2 แบบประเมินความพึงพอใจ สำหรับผู้เข้าสอบ โดยผู้ประเมินจำนวน 40 คน

กลุ่มเป้าหมาย

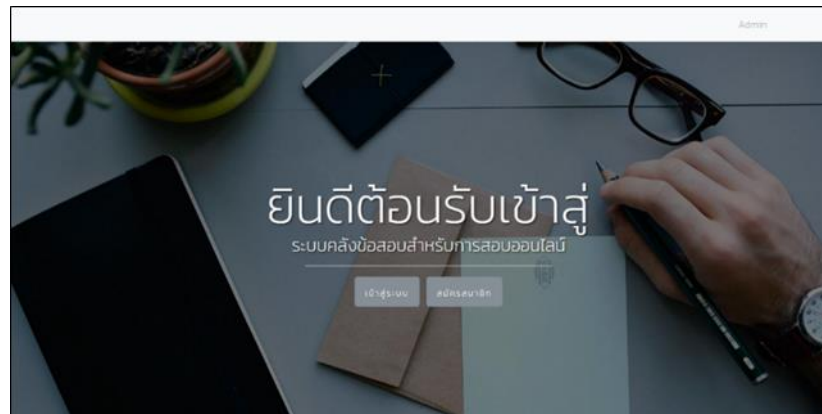
ผู้ออกข้อสอบ ได้แก่ ครู-อาจารย์ และบุคคลทั่วไป จำนวน 5 คน
ผู้เข้าสอบ ได้แก่ นักเรียนและนักศึกษา หรือผู้เข้าสอบทั่วไปจำนวน 40 คน

การเปรียบเทียบในเกณฑ์การประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุรินทร์ รุจจนพันธุ์, 2553)
ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 - 5.00	หมายความว่า มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 - 4.49	หมายความว่า มาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 - 3.49	หมายความว่า ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 - 2.49	หมายความว่า น้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 - 1.49	หมายความว่า น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

การพัฒนาคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ได้ ดังภาพ



ภาพที่ 5 หน้าแรกของระบบ

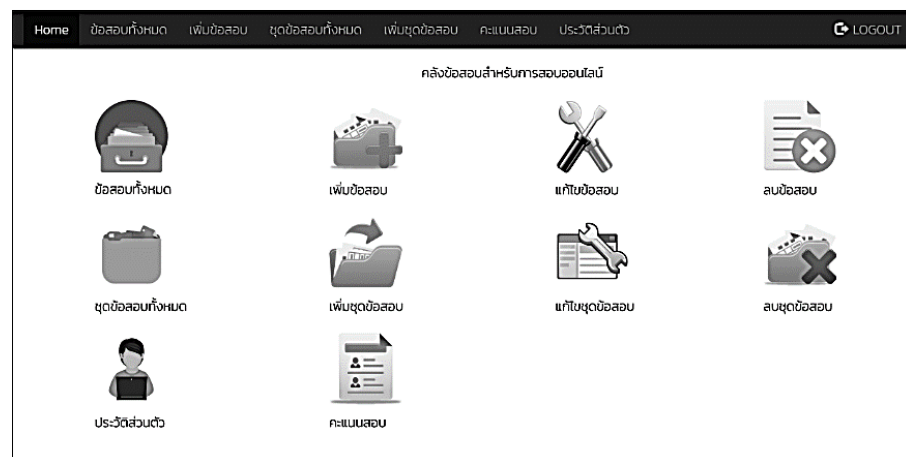
เข้าสู่ระบบ

อีเมล :

รหัสผ่าน :

☒ Remember me

ภาพที่ 6 หน้าการเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 7 เมนูสำหรับผู้ออกข้อสอบ

Home	ข้อสอบทั้งหมด	เพิ่มข้อสอบ	ชุดข้อสอบทั้งหมด	เพิ่มชุดข้อสอบ	คะแนนสอบ	ประวัติส่วนตัว	LOGOUT
ข้อสอบทั้งหมด							
ข้อที่	คำถาม	ตัวเลือก	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ		
1	ทดสอบการสร้างข้อสอบ	เลือกข้อที่ถูกเพียง 1 ข้อ	...	แก้ไข	ลบ		
2	สวัสดีฉันชื่ออะไร ?	เลือกข้อที่ถูกเพียง 1 ข้อ	...	แก้ไข	ลบ		
3	สวัสดีค่ะ ชื่อไหนไม่ใช่	เลือกข้อที่ถูกเพียง 1 ข้อ	...	แก้ไข	ลบ		
4	ทดสอบการสร้างข้อสอบส่วนบุคคล	เลือกข้อที่ถูกเพียง 1 ข้อ	...	แก้ไข	ลบ		

ภาพที่ 8 ข้อสอบทั้งหมด

ชุดข้อสอบทั้งหมด					
ชุดที่	ชื่อชุดข้อสอบ	โค้ดที่ใช้อยู่	จำนวนข้อสอบ	แก้ไข	ลบ
1	เรื่อง เครื่องหมายวรรคตอน ชุดที่ 1	UB5W	1	แก้ไข	ลบ
2	สัตว์โลกคู่รัก	XKV9I	2	แก้ไข	ลบ
3	เรื่อง พี่รอบตัว	3J92B	1	แก้ไข	ลบ
4	ความรู้ทุกสัปดาห์	XK98C	1	แก้ไข	ลบ
5	มาตรฐานชั้นปี ปี 6 ชุด 1	3ABGJ	1	แก้ไข	ลบ

ภาพที่ 9 ชุดข้อสอบทั้งหมด

คะแนนสอบรายบุคคล					
ค้นหาคะแนนสอบรายบุคคล					
ชุดที่	ชื่อชุดข้อสอบ	ผู้สอบ	คะแนน	วันที่สอบ	
000000007	เรื่อง เครื่องหมายวรรคตอน ชุดที่ 1	นาย ภูมิศักดิ์ สว่างแจ้ง	0 / 1	2018-05-30	
000000007	เรื่อง เครื่องหมายวรรคตอน ชุดที่ 1	Ratiporn	1 / 1	2018-05-30	
000000007	เรื่อง เครื่องหมายวรรคตอน ชุดที่ 1	sulthemat	0 / 1	2018-05-30	

ภาพที่ 10 คะแนนสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินความพึงพอใจ ของระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ได้ผลดังตารางนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ สำหรับผู้ออกข้อสอบ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูล	4.20	0.84	มาก
2. ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ	3.80	0.45	มาก
3. ด้านความสวยงาม	4.20	0.84	มาก
4. ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน	4.00	0.71	มาก
5. ด้านการรักษาความปลอดภัย	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.16	0.26	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ออกข้อสอบ พบว่าระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x} = 4.16$, $SD. = 0.26$) ซึ่งความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจมากที่สุดตามลำดับ คือ ด้านการรักษาความปลอดภัย ($\bar{x} = 4.60$, $SD. = 0.55$) ด้านความถูกต้องใน

การจัดเก็บข้อมูล ($\bar{x} = 4.20$, $SD. = 0.84$) ด้านความสวยงาม ($\bar{x} = 4.20$, $SD. = 0.84$) ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ($\bar{x} = 4.00$, $SD. = 0.71$) และ ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ ($\bar{x} = 3.80$, $SD. = 0.45$)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจ สำหรับผู้เข้าสอบ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความเหมาะสมของเมนู	4.25	0.63	มาก
2. ด้านความรวดเร็วในการแสดงผลข้อสอบ	4.28	0.55	มาก
3. ด้านความสะดวกในการใช้งาน	4.55	0.55	มากที่สุด
4. ด้านความสวยงาม	4.50	0.60	มากที่สุด
5. ภาพรวมความพึงพอใจในคุณภาพและเนื้อหาของระบบ	4.43	0.50	มาก
รวม	4.40	0.33	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้เข้าสอบ พบว่าระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ค่าเฉลี่ยรวม($\bar{x} = 4.40$, $SD. = 0.33$) ซึ่งความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจมากที่สุดตามลำดับ คือ ด้านความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{x} = 4.50$, $SD. = 0.55$) ด้านความสวยงาม ($\bar{x} = 4.50$, $SD. = 0.60$) ภาพรวมความพึงพอใจในคุณภาพและเนื้อหาของระบบ ($\bar{x} = 4.43$, $SD. = 0.50$) ด้านความรวดเร็วในการแสดงผลข้อสอบ ($\bar{x} = 4.28$, $SD. = 0.55$) และด้านความเหมาะสมของเมนู ($\bar{x} = 4.25$, $SD. = 0.63$)

สรุปและอภิปรายผล

ระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียนการสอนในเทคโนโลยีปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์สามารถเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อสอบ และสร้างชุดข้อสอบ โดยสามารถทำการสุ่มข้อสอบตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ชุดข้อสอบที่มีจำนวนข้อตามน้ำหนักของแต่ละวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี เมื่อทดสอบความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ทดลองใช้งานจำนวน 45 คน ที่เป็นผู้ออกข้อสอบมีความพึงพอใจมากมาเป็นอันดับหนึ่ง คือ ด้านการรักษาความปลอดภัย ($\bar{x} = 4.60$, $SD. = 0.55$) ด้านความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูล ($\bar{x} = 4.20$, $SD. = 0.84$) ด้านความสวยงาม ($\bar{x} = 4.20$, $SD. = 0.84$) ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ($\bar{x} = 4.00$, $SD. = 0.71$) และ ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ ($\bar{x} = 3.80$, $SD. = 0.45$)

ตามลำดับ มีการยอมรับระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ในระดับความพึงพอใจโดยค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.16 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ส่วนผู้เข้าสอบมีความพึงพอใจมากเป็นอันดับหนึ่ง คือ ด้านความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{x} = 4.50$ SD. = 0.55) ด้านความสวยงาม ($\bar{x} = 4.50$, SD. = 0.60) ภาพรวมความพึงพอใจในคุณภาพและเนื้อหาของระบบ ($\bar{x} = 4.43$, SD. = 0.50) ด้านความรวดเร็วในการแสดงผลข้อสอบ ($\bar{x} = 4.28$, SD. = 0.55) และด้านความเหมาะสมของเมนู ($\bar{x} = 4.25$, SD. = 0.63) ตามลำดับ และมีการยอมรับระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ในระดับความพึงพอใจโดยค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.40 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการสอบออนไลน์ ในเรื่องการจัดการข้อสอบแบบหลายตัวเลือก ควรเพิ่มเติม คุณสมบัติให้สามารถออกข้อสอบชนิดภาพ เสียง และวิดีโอ เพื่อนำไปประยุกต์กับการสอบในทักษะด้านอื่นๆ ข้อมูลคะแนนสอบควรจะสามารถแสดงการผ่านเกณฑ์ของชุดข้อสอบนั้นๆ ควรจะประเมินผู้ออกข้อสอบจากผลคะแนนสอบ และสามารถดาวน์โหลดชุดข้อสอบ เพื่อใช้ในการสอบแบบกระดาษได้

เอกสารอ้างอิง

- กวินธร รัฐอาจ. (2558). *การพัฒนาแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยคลังรายวิชาออนไลน์แบบเปิด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม)
- จารุณี ทองอร่าม. (2552). *การพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์กรณีศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี)
- ณรงค์ โพธิ์พุกขานันท์. (2556). *ระเบียบวิธีวิจัย หลักการและแนวคิด เทคนิคการเขียนรายงานการวิจัย*. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์ เพอร์เนท, บจก.
- ณัฐพล พานิชการ. (2555). *การพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์สำหรับวิชาสามัญวิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน)
- บุรินทร์ รุจจนพันธุ์. (2553). *แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ*. [เว็บไซต์]. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2560, จาก <http://www.thaiall.com/blog/burin/1165>

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ The Web Application Development for Raw Material Management of Florist Shop

โชคทวี จิตรพินิจ(Choktawee Jitpinit)* รติพร สดเสนาะ(Ratiporn Sudsanor)
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิจิตร

*Corresponding author. E-mail: Choktawee.j@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ (1) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ และ (2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ซึ่งใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์ระบบงานเดิม ออกแบบระบบงานใหม่ โดยใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล(MySQL) สร้างและจัดการฐานข้อมูล และทำการพัฒนาระบบโปรแกรมด้วยภาษาพีเอชพี(PHP) เมื่อติดตั้งระบบแล้วจึงทดสอบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานซึ่งเป็นเจ้าของหรือพนักงานในร้านดอกไม้ จำนวน 30 คน โดยแบบสอบถามที่ใช้เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลวัสดุ การบันทึกการขายวัสดุเข้าคลัง และการบันทึกการขายวัสดุ โดยระบบสามารถคำนวณจำนวนคงคลังอัตโนมัติเมื่อบันทึกการขาย มีรายงานข้อมูลสนับสนุนการบริหารจัดการคลังวัสดุ และจากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.09$ $SD. = 0.26$) และมีความเห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเป็นประโยชน์ในการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบนเว็บ การจัดการคลังวัสดุ คลังวัสดุร้านขายดอกไม้ ร้านขายดอกไม้

Abstract

The objectives of this study were: (1) to develop web application for material storehouse management system; and (2) to evaluate the usage of satisfaction of the web application developed.

This research was a research and development study using the principle of information system development cycle which started with a study of problems and analysis of the identified problems and then designed the web application system. After that the database was created using the MySQL Database System and source code of the system was developed using the PHP language. After the step of coding finished the system was tested and installed, together with an assessment of satisfaction of a sample of 30 system users, who are employees at florist shop and tool of evaluation of the usage of satisfaction was the 5-rating scale questionnaire.

The web application developed can be stored data of raw material and supported the information for raw material storehouse management. The study found that satisfaction of 30 users who used the application was at the high level ($\bar{X} = 4.09$, $SD. = 0.26$) and they agreed that the application was useful for managing material storehouse of florist shop.

Keywords: web application, raw material management, raw-materials of florist shop, florist shop

บทนำ

ร้านขายดอกไม้ที่ดำเนินธุรกิจลักษณะการนำดอกไม้และวัสดุตกแต่งมาจัดซื้อหรือกระเช้าดอกไม้เพื่อจำหน่ายให้กับลูกค้านั้นจัดว่าเป็นธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า ซึ่งธุรกิจประเภทนี้เป็นธุรกิจที่ต้องมีระบบการบริหารจัดการคลังวัสดุที่มีประสิทธิภาพ เป็นที่ทราบกันดีว่าหากมีปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบเป็นเรื่องสำคัญ ดังที่ ธนียวงศ์ กิริตวานิชย์ ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าสิ่งที่ขาดแคลนนั่นเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ การดำเนินงานทั้งการผลิตและการขายก็อาจต้องหยุดชะงัก ซึ่งอาจส่งผลต่อภาพลักษณ์ของธุรกิจในอนาคตได้ (ธนียวงศ์ กิริตวานิชย์, 2550) นอกจากนี้ดอกไม้เป็นวัตถุดิบหลักของร้านขายดอกไม้ยังมีลักษณะของการจัดการที่แตกต่างจากวัตถุดิบชนิดอื่นๆ เช่นดอกไม้มีอายุการใช้งานสั้น ดอกไม้ชนิดเดียวกันมาจากแหล่งผลิตคนละที่ราคาไม่เท่ากัน นอกจากนี้คุณลักษณะของชนิด สี กลิ่น จำนวนดอกไม้ที่ใช้ และความหมายแฝงของดอกไม้ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสินค้ายังมีผล

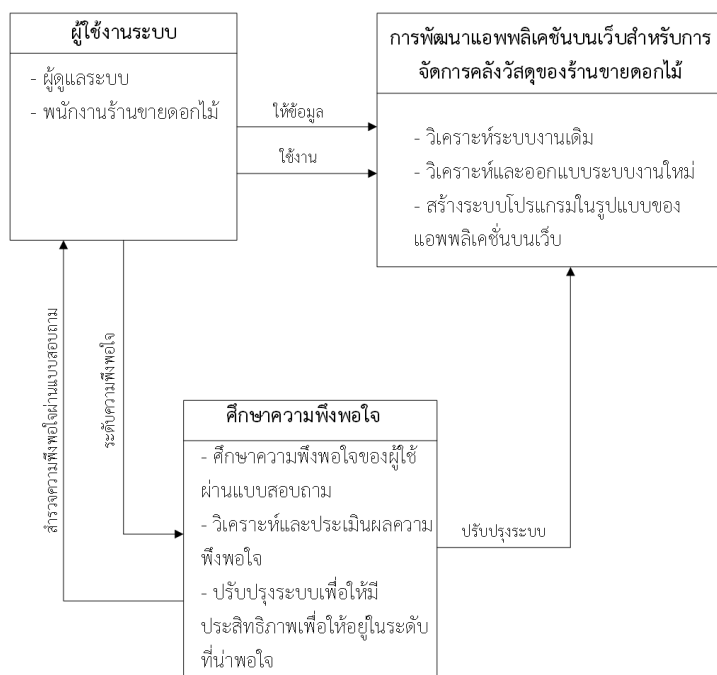
ต่อการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าอีกด้วย ดังนั้นหากมีระบบจัดการคลังวัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้การควบคุมต้นทุนในการผลิตสินค้าดีตามไปด้วย

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ขึ้นมาโดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ในการพัฒนาระบบโปรแกรมและใช้ระบบฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) ในการสร้างและจัดการฐานข้อมูล การจัดการคลังวัสดุด้วยเทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันสามารถช่วยในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูลวัตถุดิบ ปรับยอดคงคลังอัตโนมัติเมื่อมีการบันทึกการขายการรับเข้าจากการสั่งซื้อและรายการจ่ายออกเมื่อมีการเบิกวัตถุดิบไปจัดช่อดอกไม้เป็นสินค้าหรือเมื่อวัสดุนั้นหมดอายุ/ชำรุด/สูญหาย และจัดทำรายงานสรุปและรายงานแจ้งเตือน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้เพื่อช่วยจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการคลังวัตถุดิบของเจ้าของกิจการหรือผู้ดูแลกิจการร้านขายดอกไม้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

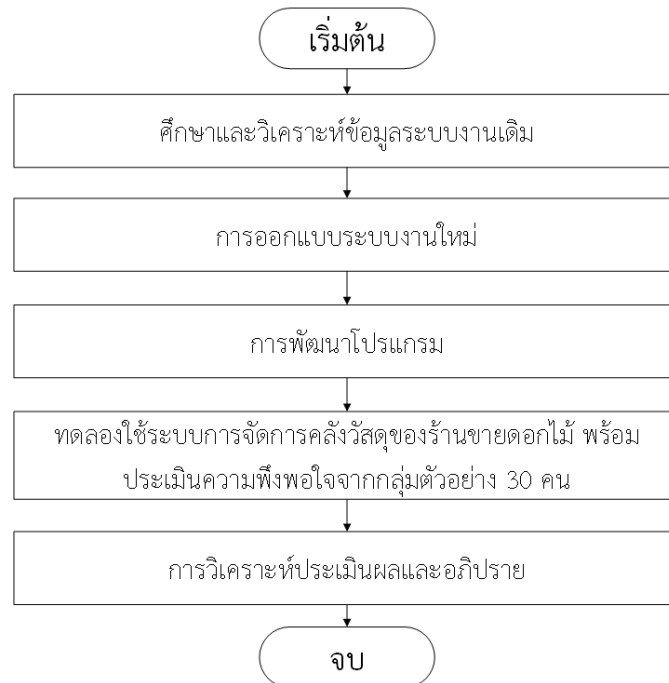
1. พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้
2. ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยใช้กระบวนการดำเนินการวิจัย โดยมีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2

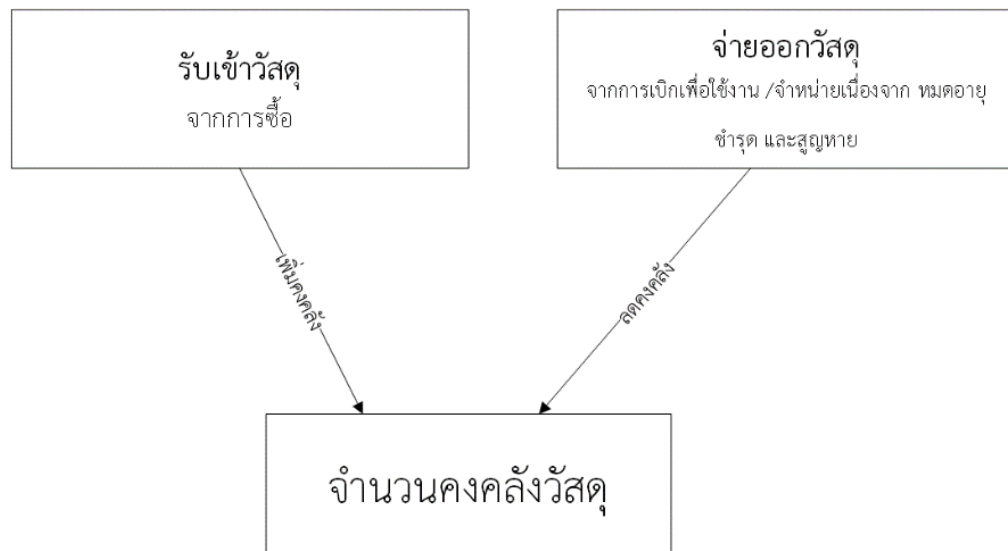


ภาพที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้นี้ใช้หลักการด้านการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศตามวงจรการพัฒนาาระบบ(System Development Life Cycle) (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2551) และเมื่อได้ระบบงานใหม่ที่มีขอบเขตการทำงาน ฟังก์ชันงานในระบบ ระบบฐานข้อมูลซึ่งใช้รูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์(Relational Database) (ดวงแก้ว สวามิภักดิ์, 2543) โดยสร้างฐานข้อมูลด้วยมายเอสคิวแอล(MySQL) และเขียนโปรแกรมติดต่อฐานข้อมูลด้วยภาษาพีเอชพี(PHP Language) เพื่อให้ระบบที่สร้างขึ้นทำงานตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้(ชาญชัย ศุภอรรถกร, 2561) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระบบงานเดิม

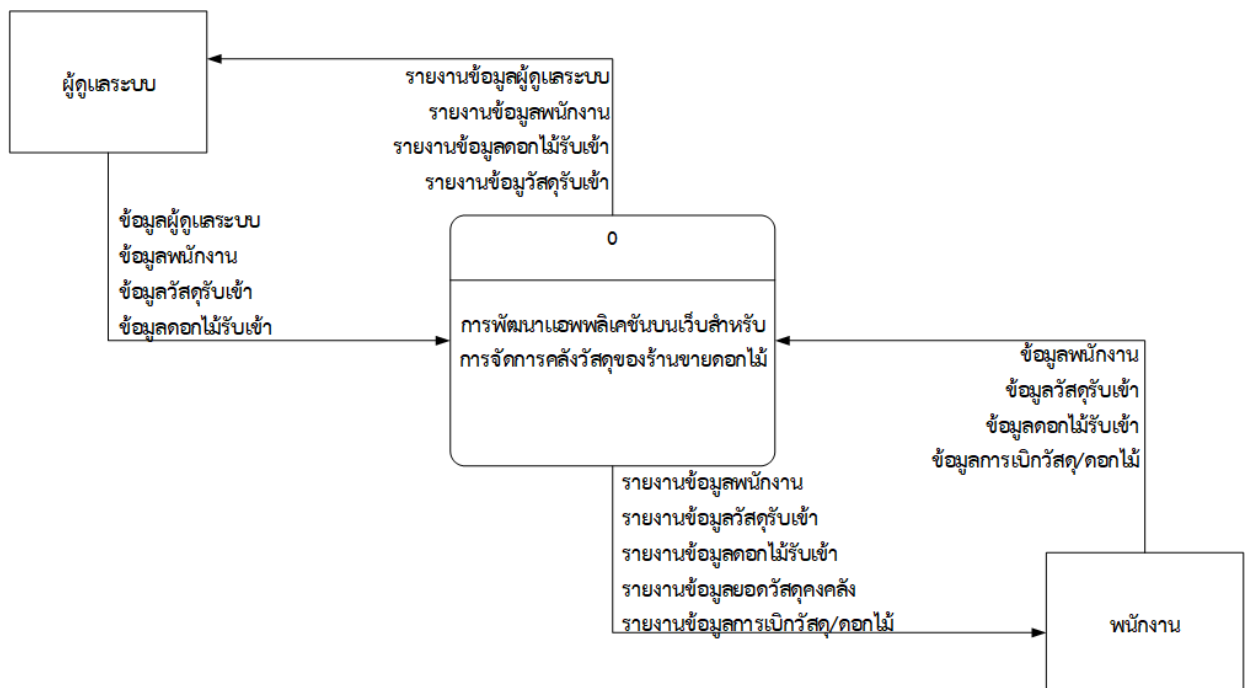
จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระบบงานเดิม พบว่าการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ในลักษณะงานเดิมนั้น โดยปกติการนำเข้าวัสดุหรือเบิกวัสดุออกไปใช้นั้น จะใช้วิธีการจดรายละเอียดลงสมุดบันทึก ทำให้เกิดปัญหาข้อมูลบางครั้งอาจคลาดเคลื่อน ไม่ตรงตามจำนวนวัสดุที่นำเข้าหรือการเบิกออกไปใช้ รวมไปถึงจำนวนคงเหลือของวัสดุอาจไม่ตรงกับข้อมูล เพราะบางครั้งอาจมีการเขียนผิด และข้อมูลเกิดการสูญหาย เนื่องจากอาจจะทำสมุดที่ทำการบันทึกรายละเอียดหาย จึงทำให้เกิดการตรวจสอบยาก ซึ่งมีวิธีการทำงานแสดงดังภาพที่ 3



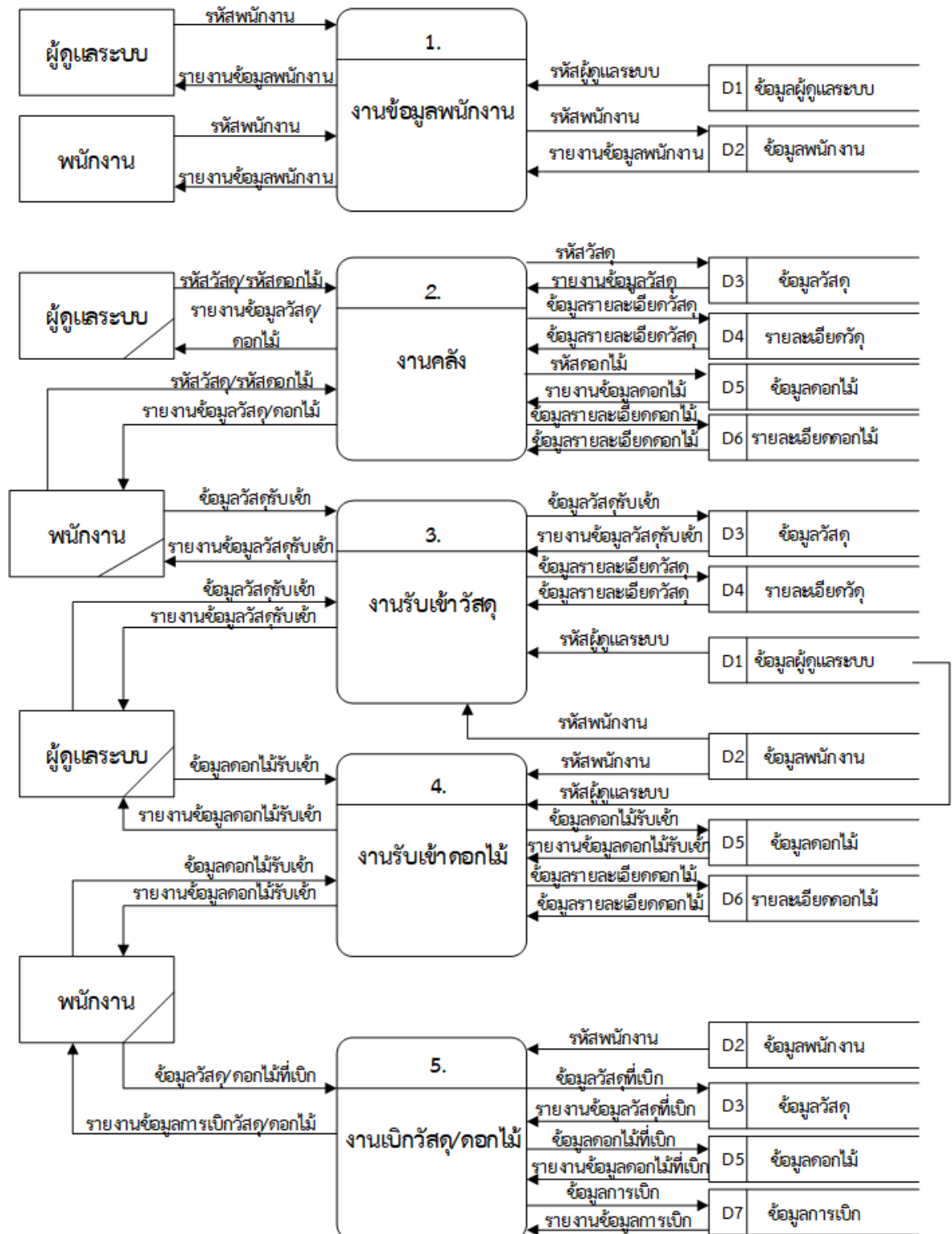
ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานแบบเดิม

2) การออกแบบระบบงานใหม่

แผนภาพกระแสข้อมูลระบบการพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ มีบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ 2 กลุ่มคือ ผู้ดูแลระบบ และพนักงาน ซึ่งมีข้อมูลที่ไหลเวียนในระบบแสดงดังภาพที่ 4 และมีฟังก์ชันงานหลักของระบบแสดงดังภาพภาพที่ 5



ภาพที่ 4 แผนภาพบริบท (Context Diagram) การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้



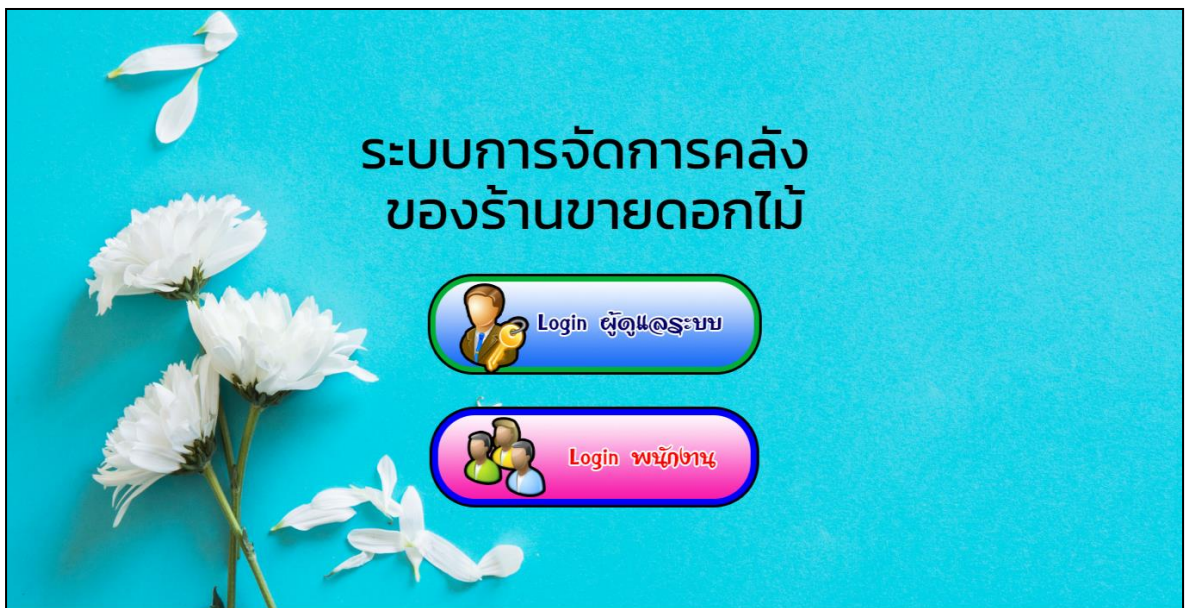
ภาพที่ 5 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 1 (Data Flow Diagram Level.1) การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้

3) การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทำงาน คือ ผู้ดูแลระบบ และพนักงาน มีลักษณะการทำงาน ดังนี้

(1) หน้าแรกของระบบ

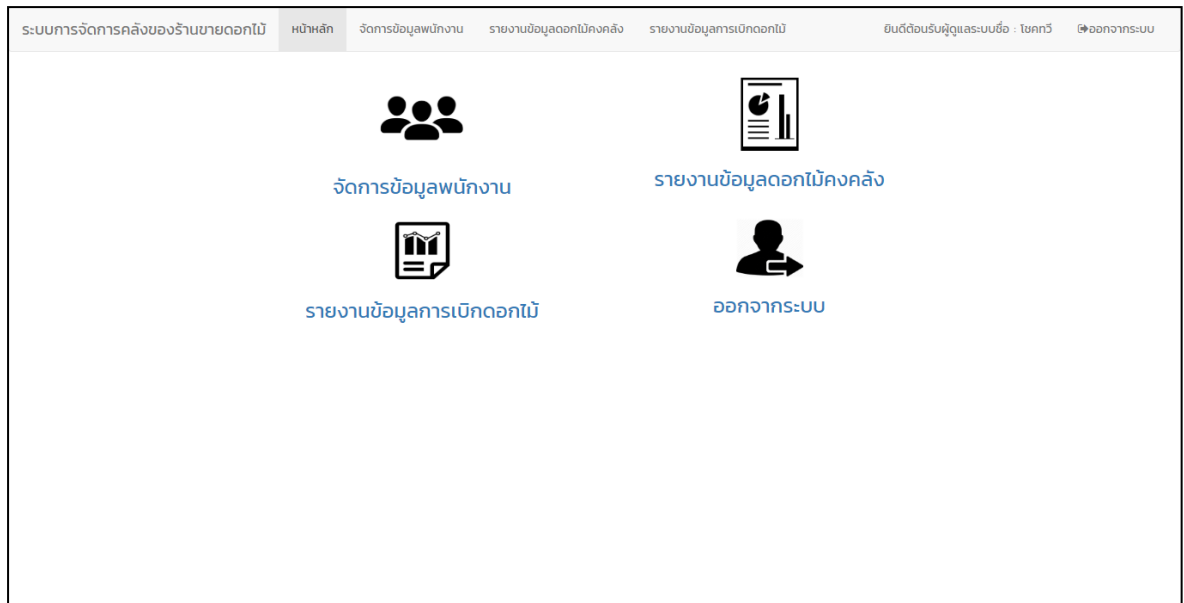
หน้าแรกของระบบ จะประกอบไปด้วย ชื่อระบบ และปุ่มเข้าสู่หน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบเพื่อเริ่มใช้งาน โดยแยกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้ดูแลระบบ และพนักงาน แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 หน้าแรกของระบบ

(2) หน้าแรกของผู้ดูแลระบบ

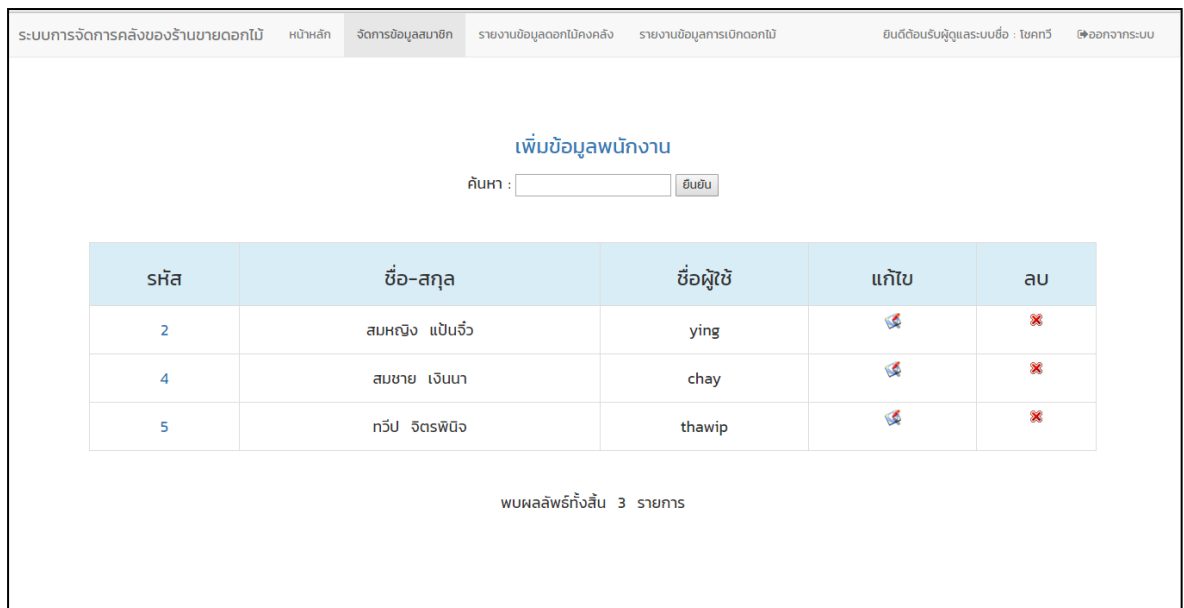
หน้าแรกของผู้ดูแลระบบ ประกอบไปด้วยเมนูการใช้งานต่างๆ คือ จัดการข้อมูลพนักงาน , รายงานข้อมูลดอกไม้คงคลัง , รายงานข้อมูลการเบิก และออกจากระบบ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 หน้าแรกของผู้ดูแลระบบ

(3) การจัดการข้อมูลพนักงาน

การจัดการข้อมูลพนักงาน ประกอบไปด้วย การเพิ่มข้อมูลพนักงาน ,การแก้ไขข้อมูลพนักงาน ,การค้นหาข้อมูลพนักงาน ,การลบข้อมูลพนักงาน และการแสดงผลข้อมูลพนักงาน รวมไปถึงสามารถคลิกดูรายละเอียดข้อมูลพนักงานโดยวิธีการคลิกที่ รหัสพนักงาน แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การจัดการข้อมูลพนักงาน

(4) การรายงานข้อมูลดอกไม้คงคลัง

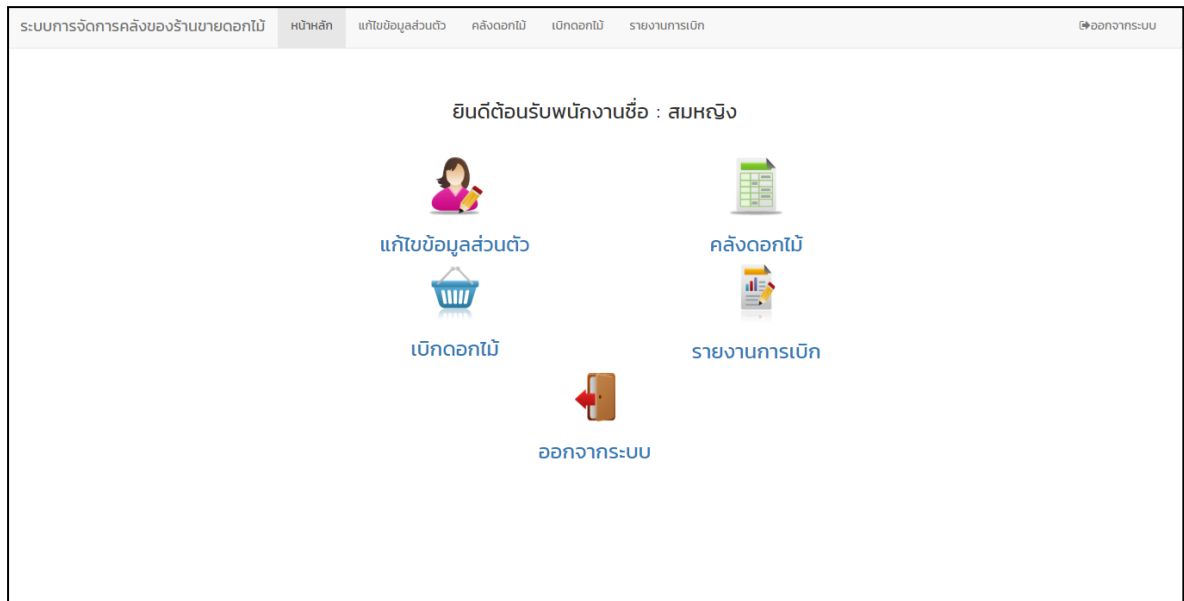
การรายงานข้อมูลดอกไม้คงคลัง คือ การแสดงผลข้อมูลดอกไม้หรือวัสดุต่างๆ ที่อยู่ภายในคลัง โดยประกอบไปด้วย รหัส ,ชื่อ ,สี ,จำนวนคงเหลือ ,วันที่รับเข้า ,วันหมดอายุ และรูปประกอบ แสดงดังภาพที่ 9

รหัสดอกไม้	ชื่อดอกไม้	สี	จำนวนคงเหลือ	วันที่รับเข้า	วันหมดอายุ	รูป
A001	หน้าวัว	-	100 ดอก	2018-06-24	2018-07-01	
CO01	คาร์เนชั่น	แดง	0 ดอก	2018-06-24	2018-06-30	
CO02	คาร์เนชั่น	ชมพู	60 ดอก	2018-06-24	2018-06-30	
CO03	คาร์เนชั่น	ขาว	50 ดอก	2018-06-10	2018-06-15	
CO04	คาร์เนชั่น	เหลือง	50 ดอก	2018-06-10	2018-06-15	
CO05	คาร์เนชั่น	ลาย	50 ดอก	2018-06-10	2018-06-15	
RO01	กุหลาบ	แดง	100 ดอก	2018-06-08	2018-06-12	
RO02	กุหลาบ	ชมพู	60 ดอก	2018-06-08	2018-06-12	

ภาพที่ 9 การรายงานข้อมูลดอกไม้คงคลัง

(5) หน้าแรกของพนักงาน

หน้าแรกของพนักงาน ประกอบไปด้วยเมนูการใช้งานต่างๆ คือ แก้ไขข้อมูลส่วนตัว ,การจัดการข้อมูลดอกไม้ (คลังดอกไม้) ,การเบิกดอกไม้หรือวัสดุ ,รายงานข้อมูลการเบิก และออกจากระบบ แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 หน้าแรกของพนักงาน

- (6) การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของพนักงาน
มีระบบการทำงานแสดงดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11 การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของพนักงาน

(7) การจัดการข้อมูลดอกไม้

การจัดการข้อมูลดอกไม้ มีระบบการทำงานประกอบไปด้วย การเพิ่มข้อมูลดอกไม้ ,การแก้ไขข้อมูลดอกไม้ ,การลบข้อมูลดอกไม้ ,การแสดงผลข้อมูลดอกไม้ และสามารถคลิกดูรายละเอียดทั้งหมดของข้อมูลดอกไม้ชนิดนั้น ๆ แสดงดังภาพที่ 12

ระบบการจัดการคลังของร้านขายดอกไม้

หน้าหลักแก้ไขข้อมูลส่วนตัวคลังดอกไม้เบ็ดดอกไม้รายงานการเบิก

ส่งออกจากระบบ

+ เพิ่มข้อมูลดอกไม้

รหัสดอกไม้	ชื่อดอกไม้	สี	จำนวน	วันหมดอายุ	รายละเอียด	แก้ไข / ลบ
A001	หีบาวัว	-	100	2018-07-01	🔍คลิก	✎ ✖
C001	คาร์เนชั่น	แดง	0	2018-06-30	🔍คลิก	✎ ✖
C002	คาร์เนชั่น	ชมพู	60	2018-06-30	🔍คลิก	✎ ✖
C003	คาร์เนชั่น	ขาว	50	2018-06-15	🔍คลิก	✎ ✖
C004	คาร์เนชั่น	เหลือง	50	2018-06-15	🔍คลิก	✎ ✖
C005	คาร์เนชั่น	ลาย	50	2018-06-15	🔍คลิก	✎ ✖
R001	กุหลาบ	แดง	100	2018-06-12	🔍คลิก	✎ ✖
R002	กุหลาบ	ชมพู	60	2018-06-12	🔍คลิก	✎ ✖
R003	กุหลาบ	ขาว	60	2018-06-12	🔍คลิก	✎ ✖
R004	กุหลาบ	เหลือง	60	2018-06-12	🔍คลิก	✎ ✖

ภาพที่ 12 จัดการข้อมูลดอกไม้

(8) การเบิกดอกไม้

การเบิกดอกไม้ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกทำรายการเบิกดอกไม้ออกจากคลังได้ ในกรณีที่ดอกไม้ชนิดนั้น ๆ ครบกำหนดวันหมดอายุ หรือจำนวนดอกไม้ภายในคลังหมดแล้ว จะไม่สามารถทำรายการเบิกได้ แสดงดังภาพที่ 13

ระบบการจัดการคลังของร้านขายดอกไม้ หน้าหลัก แก้ไขข้อมูลส่วนตัว คลังดอกไม้ เบิกดอกไม้ รายงานการเบิก							
รหัสดอกไม้	ชื่อดอกไม้	สี	จำนวนคงเหลือ	วันที่รับเข้า	วันหมดอายุ	รูปภาพ	เบิกดอกไม้
A001	หน้าวัว	-	100	2018-06-24	2018-07-01		๕ ทำรายการ
C001	คาร์เนชั่น	แดง	0	2018-06-24	2018-06-30		ดอกไม้หมดอายุ
C002	คาร์เนชั่น	ชมพู	60	2018-06-24	2018-06-30		๕ ทำรายการ
C003	คาร์เนชั่น	ขาว	50	2018-06-10	2018-06-15		ดอกไม้หมดอายุ
C004	คาร์เนชั่น	เหลือง	50	2018-06-10	2018-06-15		ดอกไม้หมดอายุ
C005	คาร์เนชั่น	ลาย	50	2018-06-10	2018-06-15		ดอกไม้หมดอายุ

ภาพที่ 13 เบิกดอกไม้

(9) การทำรายการเบิก

เมื่อผู้ใช้งานคลิกทำรายการเบิกดอกไม้ชนิดนั้นๆ แล้ว จะเข้าสู่หน้าทำรายการเบิก สามารถลงจำนวนที่ต้องการเบิก รวมไปถึงสามารถกลับไปเลือกดอกไม้ชนิดอื่นเพื่อทำรายการเบิกพร้อมกันทีเดียวได้ ดังภาพที่ 14

ระบบการจัดการคลังของร้านขายดอกไม้ หน้าหลัก ทำรายการเบิกดอกไม้ ย้อนกลับ					
วันที่เบิก : 24/06/2018					
ทำรายการเบิก					
รูป	รหัสดอกไม้	ชื่อดอกไม้	สี	จำนวน	ลบออกจากรายการ
	C002	คาร์เนชั่น	ชมพู	20 ดอก	ลบ
กลับไปเลือกเพิ่ม ยืนยันการเบิก ยกเลิกการเบิก					

ภาพที่ 14 ทำรายการเบิก

(10) รายงานการเบิก

รายงานการเบิกคือ หน้า que แสดงผลข้อมูลรายงานการเบิก ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสใบเบิก ,รหัสดอกไม้ที่เบิก ,ชื่อดอกไม้ที่เบิก ,สี ,จำนวนที่เบิก ,วันที่ทำรายการเบิก และชื่อผู้เบิก แสดงดังภาพที่ 15

สรหัสใบเบิก	รหัสดอกไม้	ชื่อดอกไม้	สี	จำนวนที่เบิก	วันที่เบิก	ชื่อผู้เบิก
6	F006	คาร์เนชั่น	แดง	1 ดอก	2018-05-23	chay
8	F008	คาร์เนชั่น	ลาย	1 ดอก	2018-05-23	chay
9	F011	หน้าวัว	แดง	2 ดอก	2018-05-23	ying
10	F010	คาร์เนชั่น	ขาว	1 ดอก	2018-05-24	thawip
11	F001	กุหลาบ	แดง	4 ดอก	2018-05-30	chay
12	C001	คาร์เนชั่น	แดง	1 ดอก	2018-06-08	chay
13	C001	คาร์เนชั่น	แดง	1 ดอก	2018-06-08	chay
14	C001	คาร์เนชั่น	แดง	1 ดอก	2018-06-08	chay
15	A001	หน้าวัว	-	1 ดอก	2018-06-08	chay
16	C001	คาร์เนชั่น	แดง	5 ดอก	2018-06-13	chay

ภาพที่ 15 รายงานการเบิก

4) ทดลองใช้ระบบการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ พร้อมประเมินความพึงพอใจการทำงานจากกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 30 คน (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2557)

5) การวิเคราะห์ประเมินผลและอภิปราย

การวิเคราะห์ประเมินผลและอภิปราย โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ประเมินผลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน วิเคราะห์โดยแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จากสูตรการหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) ดังนี้

(1) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

เมื่อ $\sum x$ แทน ค่าผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

เมื่อ n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

(2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้

$$S.D = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

เมื่อ x แทน ข้อมูลที่ได้

เมื่อ n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) ระบบการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้
- 2) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ เจ้าของกิจการร้านขายดอกไม้และพนักงานร้านขายดอกไม้

กลุ่มตัวอย่าง คือ เจ้าของกิจการร้านขายดอกไม้และพนักงานร้านขายดอกไม้ ที่ได้ทดลองใช้งานระบบจำนวน 30 คน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจ ของผู้ใช้ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นผ่านการตอบแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division : S.D.) แล้วนำเสนอในรูปแบบตาราง โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนและการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์วัดระดับความพึงพอใจไว้ 5 ระดับ (บุรินทร์ รุจจนพันธุ์, 2560) และแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 - 5.00	หมายความว่า มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 - 4.49	หมายความว่า มาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 - 3.49	หมายความว่า ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 - 2.49	หมายความว่า น้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 - 1.49	หมายความว่า น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินความพึงพอใจ ของระบบการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ ดังนี้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินความพึงพอใจ ของระบบการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้

รายการ	$\bar{X}$ □	SD.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมของหน้าจอการใช้งานในระบบ	4.13	0.63	มาก
2. ความรวดเร็วในการใช้งานและการตอบสนองของระบบ	4.03	0.56	มาก
3. ระบบมีการแสดงข้อมูลที่ถูกต้องเป็นระบบระเบียบ	3.93	0.45	มาก
4. การเชื่อมต่อฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน	4.20	0.55	มาก
5. ระบบมีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล	4.13	0.48	มาก
รวม	4.09	0.26	มาก

ผลการวิจัยพบว่า ระบบการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีผู้ประเมินคือเจ้าของกิจการร้านขายดอกไม้และพนักงานร้านขายดอกไม้ รวมจำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยได้ทำการวิเคราะห์แบบประเมิน 5 ด้าน ผลสำรวจที่ได้ คือ (1) ด้านของความเหมาะสมของหน้าจอการใช้งานในระบบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.13 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 (2) ด้านของความรวดเร็วในการใช้งานและการตอบสนองของระบบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.03 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.56 (3) ด้านของระบบมีการแสดงข้อมูลที่ถูกต้องเป็นระบบระเบียบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.93 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45 (4) ด้านของการเชื่อมต่อฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.20 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 (5) ด้านของระบบมีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.13 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 และภาพรวมความพึงพอใจ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.09 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สรุปและอภิปรายผล

ระบบเทคโนโลยีเพื่อการจัดการคลังสินค้า นอกจากจะใช้ระบบซอฟต์แวร์ในการบริหารคลังสินค้าแล้ว ปัจจุบันทุกคลังสินค้าได้นำระบบต่างๆ มาใช้เพื่อเป็นการสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ทางธุรกิจ ซึ่งถือว่าเป็นระบบเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงมากในเรื่องการลดความผิดพลาด สามารถเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบเช็คสินค้าได้โดยไม่ต้องใช้คนนับ และช่วยลดความผิดพลาดในการทำงานได้มากขึ้น(ค่านาย อภิปรชญากุล, 2553) การพัฒนาระบบแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านดอกไม้ที่สร้างขึ้นสามารถสนับสนุนให้เจ้าของกิจการและพนักงานร้านขายดอกไม้สามารถบริหารจัดการคลังวัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากการดำเนินการตามวิธีการดำเนินการวิจัยที่กำหนดไว้ข้างต้น เมื่อทดสอบการใช้งานเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นจากผู้ทดลองใช้งานจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นเจ้าของกิจการและพนักงานในร้านขายดอกไม้ โดยผู้ที่ได้ทดลองใช้งานระบบมีความคิดเห็นว่าแอปพลิเคชันบนเว็บสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้งานและลดปัญหาต่างๆ ที่พบในระบบงานเดิมได้จริง ภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.09$, $SD. = 0.26$) ด้วยผลการประเมิน 5 ด้าน คือ (1) ด้านความเหมาะสมของหน้าจอการใช้งานในระบบ ($\bar{X} = 4.13$, $SD. = 0.63$) (2) ด้านความรวดเร็วในการใช้งานและการตอบสนองของระบบ ($\bar{X} = 4.03$, $SD. = 0.56$) (3) ด้านระบบมีการแสดงข้อมูลที่ถูกต้องเป็นระบบระเบียบ ($\bar{X} = 3.93$, $SD. = 0.45$) (4) ด้านการเชื่อมต่อฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน ($\bar{X} = 4.20$, $SD. = 0.55$) (5) ด้านระบบมีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล ($\bar{X} = 4.13$, $SD. = 0.48$) แต่อย่างไรก็ตามผู้ประเมินบางส่วนยังให้ข้อเสนอแนะว่าจะดียิ่งขึ้นไปอีกหากมีการพัฒนาระบบให้มีการแจ้งเตือนสถานะคงคลังผ่านระบบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการคลังวัสดุของร้านขายดอกไม้ในครั้งต่อไป มีข้อเสนอแนะจากความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้งานว่าควรมีการสร้างระบบการแจ้งเตือนเมื่อวัตถุดิบมีจำนวนคงเหลือเท่ากับหรือน้อยกว่าจุดคงคลังต่ำสุดและเมื่อวัตถุดิบใกล้หมดอายุผ่านระบบการแจ้งเตือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่นโทรศัพท์ของเจ้าหน้าที่ควบคุมคลัง/ผู้จัดหาวัตถุดิบ โดยไม่ต้องผ่านการเปิดระบบแอปพลิเคชันผ่านเว็บเบราว์เซอร์แล้วจึงเห็นข้อมูลจากรายงานแจ้งเตือน

เอกสารอ้างอิง

- คำนาย อภิปรัญญกุล. (2553). เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับคลังสินค้า. กรุงเทพฯ : โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิง
- ชาญชัย ศุภอรรถกร. (2561). สร้างเว็บแอปพลิเคชัน PHP MySQL+AJAX jQuery ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ:ชิมพลีฟาย, สนพ.
- ดวงแก้ว สวามิภักดิ์. (2543). ระบบฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ:ซีไอเอ็ดยูเคชั่น. หน้า 220
- ธนายวงศ์ กิรติวานิชย์. (2550). จะจัดการสินค้าคงคลังอย่างไรให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <https://goo.gl/6Sv5i7>
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ.(2557).การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS.—พิมพ์ครั้งที่ 15.-- .กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติศาสตร์แอนด์ดี.
- บุรินทร์ รุจจนพันธุ์. (2560). แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://www.thaiall.com/blog/burin/1165>
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2551). การวิเคราะห์ออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ : ซีไอเอ็ดยูเคชั่น

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดนครศรีธรรมราช

Development of Information System for Distribution of Products

Community Enterprise, Nakhon Si Thammarat Province

พรศิลป์ บัวงาม(Pornsin buangam)^{1*} อุทุมพร ศรีโยม(Utumporn Sriyom)²

พิชญพัฒน์ เพ็ญมาศ(Pitchayut Penmas)³

^{1,2} สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ สาขาวิชาการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*Corresponding author. E-mail: pornsin_bua@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนแก่น ตำบลขอนแก่น อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้เป็นช่องทางในการจำหน่ายสินค้าของกลุ่มในรูปแบบของเว็บไซต์สำหรับแสดงผลแบบออนไลน์ โดยการนำข้อมูลสินค้า จำนวนสินค้า ปริมาณสินค้า ราคาสินค้าและรายละเอียดของสินค้ามาทำการแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บไซต์ ซึ่งใช้โปรแกรมเวิร์ดเพรสในการจัดการข้อมูลสินค้า ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลผู้ดูแลระบบ และใช้ MySQL ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูล เว็บไซต์เป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยให้สมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกสามารถบริหารจัดการข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า ข้อมูลสินค้าเมื่อมีการสั่งซื้อเข้ามาได้ ซึ่งเว็บไซต์แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของผู้ดูแลระบบ และ 2) ส่วนของลูกค้าหรือผู้ใช้ทั่วไป และได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้ที่ใช้ที่มีต่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเว็บไซต์จำนวน 5 คน มีความพึงพอใจต่อการนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน อยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.84$, $SD = 0.29$) และกลุ่มลูกค้าหรือผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 100 คน โดยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.65$, $SD = 0.60$)

คำสำคัญ: เว็บไซต์แอปพลิเคชัน โปรแกรมเวิร์ดเพรส กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

Abstract

This article presents the information system for distribution of products community enterprise, a group of farm housewives Ban Khon Hat Chili, Khon Had District, Cha-uat District, Nakhon Si Thammarat Province is intended to Selling online with website. Information to display in product, in stock, Product weight, price and details of product. Using WordPress customer information management, administrator information and use of the MySQL database. The website is order information management tool and the website works in two parts was 1) Administrator 2) User. The data were collected by satisfaction questionnaire user for development of information system for distribution of products community enterprise, a group of farm housewives Ban Khon Hat Chili. The results were as follows: the respondents' opinions on the satisfaction toward the Computer experts to 5 people were at the highest level ($X = 4.84$, $SD = 0.29$) and user to 100 people were at the highest level ($X = 4.65$, $SD = 0.60$)

Keywords: Website Applications, WordPress Program, Community Enterprise Group

บทนำ

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนแก่น เป็นกลุ่มวิสาหกิจที่ได้มีการรวมกลุ่มกันของชาวบ้านในพื้นที่ โดยการนำผลผลิตที่ได้จากการปลูกพริกชี้หนู มะกูด ตะไคร้ ขมิ้นของชาวบ้านนำมาแปรรูปเป็นเครื่องแกงคั่วกลิ้ง เครื่องแกงสด เครื่องแกงกะทิ เครื่องแกงเขียวหวาน แกงไตปลา เป็นต้น เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและสร้างรายได้ให้กับสมาชิกภายในชุมชน และได้้นำเครื่องแกงไปวางขายในชุมชน พื้นที่ละแวกใกล้เคียง รวมถึงจังหวัดใกล้เคียง เดิมทีนั้น ในการจำหน่ายสินค้าของสมาชิกในกลุ่มได้มีการนำเครื่องแกงไปจำหน่ายยังตลาดสด หรือตามสถานที่ที่จังหวัดกำหนดให้เป็นพื้นที่แสดงสินค้าและจำหน่ายสินค้า ให้การจำหน่ายเครื่องแกงสามารถสร้างรายได้ให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งปัจจุบันเป็นยุคของเทคโนโลยี ทุกคนสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้สะดวกสบายมากกว่าแต่ก่อน รูปแบบการซื้อขายก็มีการเปลี่ยนแปลงไป เดิมทีนั้นหากผู้ซื้อต้องการซื้อสินค้าจะต้องเดินทางไปเลือกซื้อสินค้ายังห้างสรรพสินค้าหรือซูเปอร์มาร์เก็ต ทำให้มีค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเทคโนโลยีเข้ามาแทนที่ ผู้ขายจึงได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจำหน่ายให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ซื้อ เพื่อให้ผู้ขายสามารถติดต่อสื่อสารกับลูกค้าได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านพ่อค้าหรือตัวแทนในการซื้อขายสินค้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้าให้กับ

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนหาด ตำบลขอนหาด อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อให้ลูกค้าสามารถเข้าถึงสินค้าของกลุ่มและสามารถจำหน่ายสินค้าได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งระบบสารสนเทศได้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลในระบบได้ 2) ส่วนของลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไป สามารถเรียกดูข้อมูลสินค้าและสั่งซื้อสินค้าผ่านระบบสารสนเทศได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

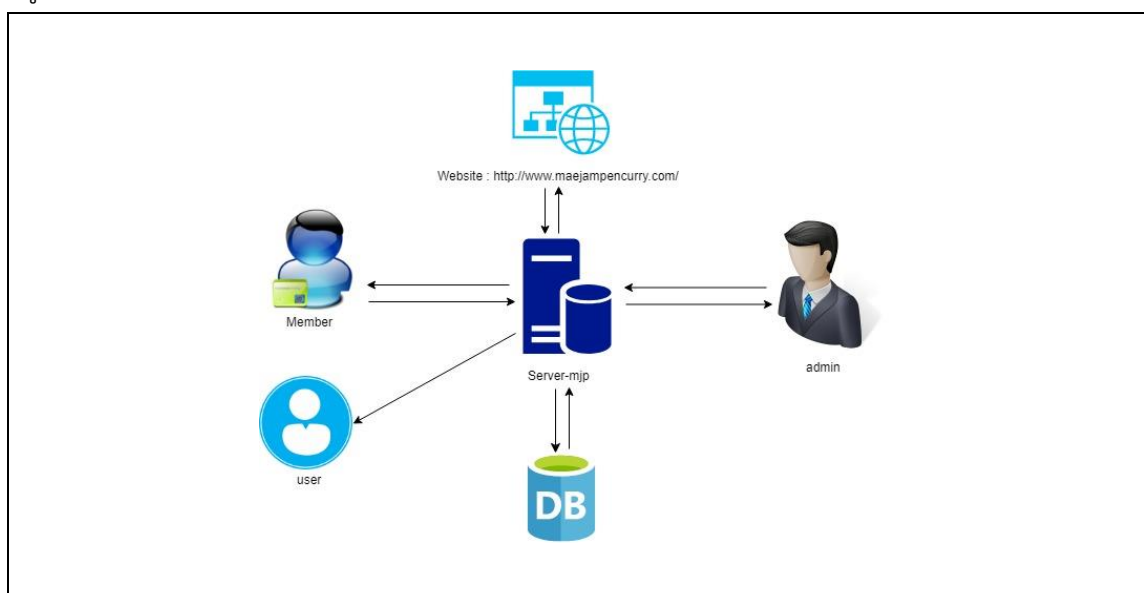
การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศและเพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้าผ่านเว็บแอปพลิเคชันให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนหาด ตำบลขอนหาด อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนหาด พัฒนาโดยใช้โปรแกรมเวิร์ดเพรส ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีระบบสำหรับจัดการเนื้อหาและบริหารจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

1. สถาปัตยกรรมของระบบ

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของผู้ดูแลระบบ และ 2) ส่วนของลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไป แสดงดังภาพ 1



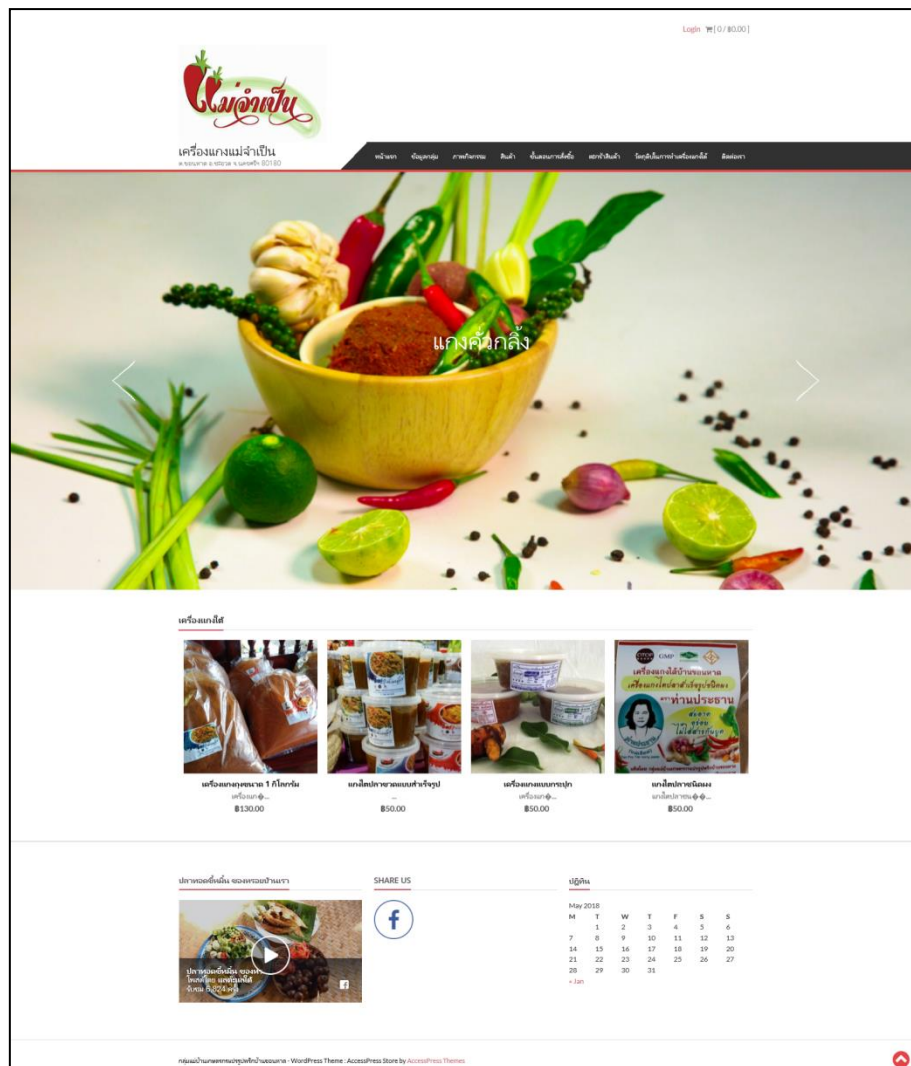
ภาพ 1 สถาปัตยกรรมระบบ

จากรูปที่ 1 สามารถอธิบายการทำงานของสถาปัตยกรรมระบบได้ ดังนี้

- ผู้ดูแลระบบ (administrator) มีหน้าที่จัดการข้อมูลทั้งหมดบนเว็บไซต์ (รายละเอียดสินค้า ราคาสินค้า จำนวนสินค้า ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน)
- ลูกค้า (member) สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อเลือกชมสินค้า สั่งซื้อสินค้า ตรวจสอบสถานะสินค้าผ่านระบบได้
- ผู้ใช้งานทั่วไป (user) สามารถเรียกชมสินค้าได้อย่างเดียวแต่ไม่สามารถสั่งซื้อสินค้าผ่านระบบได้
- เซิร์ฟเวอร์ (server-mjp) ทำหน้าที่ในการให้บริการพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- ฐานข้อมูล (database) ทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูล เพิ่ม/ลบ/แก้ไข โดยผู้ดูแลระบบ

2. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไป เข้าใช้งานระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยระบบสามารถรองรับการใช้งานได้ทุกเบราว์เซอร์ อาทิ เช่น Google Chrome, Internet Explore และ Mozilla Firefox เป็นต้น เมื่อมีการเข้าใช้งานระบบ สามารถแสดงผลได้ทันที แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 ภาพรวมของระบบ

จากภาพ 2 แสดงภาพรวมของระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน เมื่อมีการเรียกใช้งานใช้งานระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบจะแสดงข้อมูลของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านหนองหาด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลกลุ่ม ข้อมูลสินค้า ขั้นตอนการสั่งซื้อ ตะกร้าสินค้า วัตถุดิบในการทำเครื่องแกงได้ เป็นต้น สำหรับลูกค้าที่มีการสมัครสมาชิกไว้แล้วสามารถลงชื่อโดยกรอกชื่อบัญชีผู้ใช้งาน (username) และรหัสผ่าน (password) เพื่อเข้าใช้งานระบบได้ ดังภาพ 3

บัญชีผู้ใช้งาน
Login

Username or email address *

Password *

Login ☐ Remember me

[Lost your password?](#)

ภาพ 3 ลงชื่อเข้าใช้งานระบบ

จากภาพ 3 เป็นการลงชื่อเข้าใช้งานระบบสำหรับลูกค้าที่ได้ทำการสมัครสมาชิกไว้เรียบร้อยแล้ว สามารถเข้าใช้งานเพื่อสั่งซื้อสินค้าได้ทันที แต่สำหรับลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปที่ยังไม่ได้ทำการสมัครสมาชิกเพื่อยืนยันตัวตนบุคคล จะต้องทำการกรอกข้อมูลตามแบบฟอร์มที่ระบบกำหนด เพื่อขอรับชื่อบัญชีผู้ใช้งานและรหัสผ่านสำหรับเข้าใช้งานระบบเพื่อสั่งซื้อสินค้าและออกใบเสร็จรับเงินสำหรับการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง ดังภาพ 4

Billing details

First name * Last name *

Company name

Country *
Thailand

Street address *
House number and street name
Apartment, suite, unit etc. (optional)

Town / City *

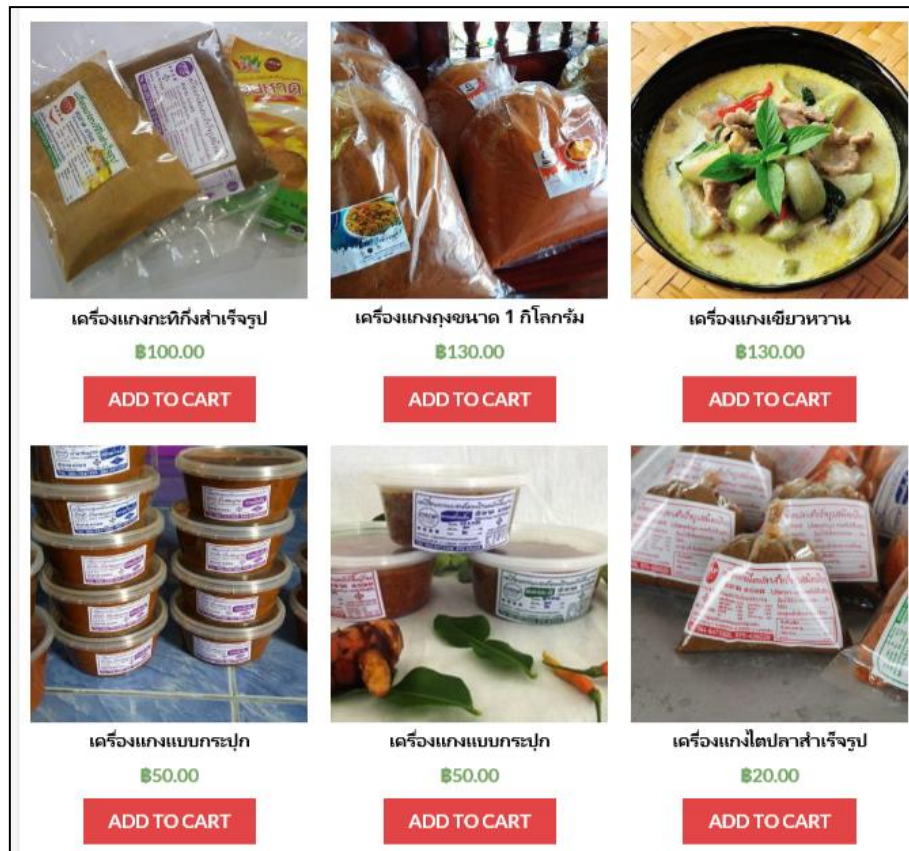
State / County *

Postcode / ZIP *

Phone * Email address *

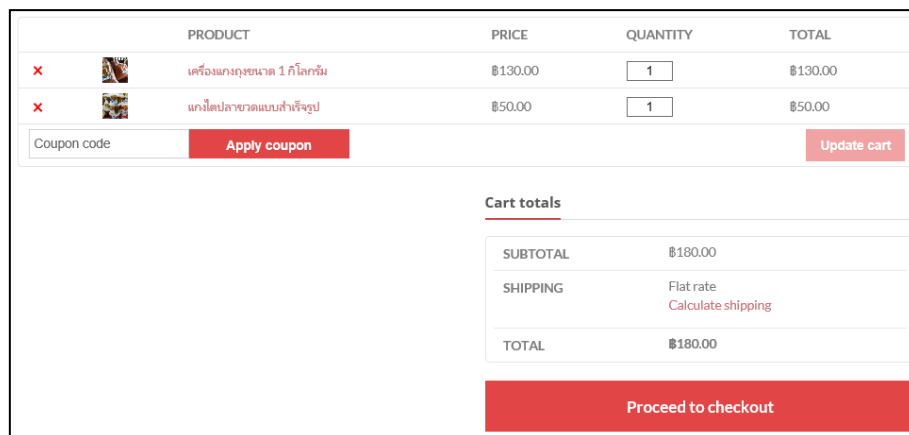
☐ Create an account?

ภาพ 4 แบบฟอร์มสำหรับสมัครสมาชิก



ภาพ 5 สินค้าเครื่องแกง

จากภาพ 5 เมื่อลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปต้องการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนหาด สามารถเลือกดูและสั่งซื้อสินค้าได้ที่เมนูสินค้า ซึ่งระบบจะทำการแสดงข้อมูลสินค้า ภาพของสินค้าและราคาสินค้า เพื่อให้ลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจซื้อสินค้าได้ แสดงดังภาพ 6



ภาพ 6 ตะกร้าสินค้า

Your order

PRODUCT	TOTAL
เครื่องแกงขนาด 1 กิโลกรัม × 1	฿130.00
แกงไตปลาขวดแบบสำเร็จรูป × 1	฿50.00
SUBTOTAL	฿180.00
SHIPPING	Flat rate
TOTAL	฿180.00

Check payments

Please send a check to Store Name, Store Street, Store Town, Store State / County, Store Postcode.

Place order

ภาพ 7 คำสั่งซื้อสินค้า

จากภาพ 6-7 เมื่อลูกค้าทำการสมัครสมาชิกเพื่อเลือกซื้อสินค้าเรียบร้อยแล้ว สินค้าที่ลูกค้าเลือกซื้อ ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลคำสั่งซื้อลงในตะกร้าสินค้า โดยระบบจะแสดงข้อมูลสินค้า และทำการคำนวณราคาสินค้าให้อัตโนมัติ เพื่อแสดงยอดรวมทั้งหมดของสินค้า เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งซื้อเรียบร้อยแล้ว ลูกค้าสามารถยืนยันเพื่อสั่งซื้อสินค้าได้ทันที

3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการนำผลที่ได้ทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00	หมายความว่า	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49	หมายความว่า	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49	หมายความว่า	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49	หมายความว่า	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49	หมายความว่า	ระดับน้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน จำนวน 5 คน ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเว็บไซต์

รายการ	$\bar{x}$	SD.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการรักษาความปลอดภัย	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านการออกแบบเว็บไซต์	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสมในการทำงานของเว็บไซต์	4.80	0.45	มากที่สุด
ด้านความสะดวกในการใช้งานเว็บไซต์	4.80	0.45	มากที่สุด
ด้านความสมบูรณ์ของเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
ภาพรวมของการประเมิน	4.84	0.29	มากที่สุด

จากตาราง 1 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเว็บไซต์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $SD = 0.29$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ด้านการรักษาความปลอดภัย และด้านการออกแบบเว็บไซต์ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจของลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ความพึงพอใจของลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน

รายการ	$\bar{x}$	SD.	ระดับความพึงพอใจ
การแสดงผลทางหน้าจอโดยภาพรวม	4.68	0.59	มากที่สุด
ภาษาที่ใช้ในระบบมีความชัดเจน ถูกต้อง	4.68	0.55	มากที่สุด
ความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้งานระบบ	4.68	0.51	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.66	0.63	มากที่สุด
การค้นหาข้อมูลของระบบ	4.66	0.59	มากที่สุด
ความสะดวก รวดเร็วในการสั่งซื้อสินค้า	4.66	0.59	มากที่สุด
สีสันในการออกแบบระบบมีความเหมาะสม	4.64	0.60	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.62	0.60	มากที่สุด
การเพิ่ม แก้ไขและการบันทึกข้อมูลสามารถทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.60	0.67	มากที่สุด
การจัดวางรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.60	0.67	มากที่สุด
ภาพรวมของการประเมิน	4.65	0.60	มากที่สุด

จากตาราง 2 พบว่า ความพึงพอใจของลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.65$, $SD = 0.60$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า การแสดงผลทางหน้าจอโดยภาพรวม ภาษาที่ใช้ในระบบมีความชัดเจน ถูกต้อง และความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้งานระบบ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด

4. ข้อจำกัดของระบบ

ระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนแก่นได้ทำการออกแบบและพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน ในการสั่งซื้อสินค้านั้น ลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปจะต้องทำการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตก่อนทุกครั้งจึงจะสามารถสั่งซื้อสินค้าผ่านระบบได้

สรุปผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนแก่น เพื่อเพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้าผ่านเว็บแอปพลิเคชันให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนแก่น ตำบลขอนแก่น อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรูปแบบออนไลน์ สามารถเข้าถึงสินค้าได้ตลอดเวลา ในการพัฒนาระบบนั้นผู้เชี่ยวชาญด้านเว็บไซต์ จำนวน 5 ท่าน ได้ทำการประเมินระบบ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.84 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.29 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความพึงพอใจจากลูกค้าโดยการทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของลูกค้าและผู้ใช้งานทั่วไปที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจำหน่ายสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน จำนวน 100 คน พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.65 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.60

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปพริกบ้านขอนแก่น ตำบลขอนแก่น อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

กรกมล ชื่นสุวรรณ และคณะ. (2560). การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับจัดการผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านควนน้ำใส จังหวัดสตูล. ใน *การประชุมหาดใหญ่/วิชาการระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 8*. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่..

- ฐานันท์ ตั้งจุฑาภิบาล และคณะ. (2559). การพัฒนาต้นแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา :
www.okbatik.com. ใน *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 7*.
สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่..
- เนตรดาว โทธรัตน์ และคณะ. (2554). การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยมีส่วนร่วมของ
กลุ่มสตรีทอผ้าลายสายฝน ตำบลบ้านกิว อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง. ใน *การประชุม
วิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2554*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น..
- ประภาวดี รัฐเมือง และทิพวิมล ชมพุดำ. (2560). การพัฒนาระบบซื้อ-ขายสินค้ามือสองออนไลน์.
ใน *การประชุมวิชาการการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 3*. มหาสารคาม:
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม..

การตรวจจับการบุกรุกโดยใช้เอดาบูทเอ็มวันและคัดเลือกคุณลักษณะ บนพื้นฐานความสัมพันธ์

Anomaly based intrusion detection using Adaboost.m1 and Correlation-based feature selection

พลอยพรรณ สอนสุวิทย์(Ployphan Sornsuwit)^{1*} มนตรี ใจแน่น(Montree Jainan)²

พิมภาญดา จันดาหังดง(Phimkarnda Jundahuadong)³

^{1,2} สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ³ สาขาวิชาการจัดการทั่วไป

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

*Corresponding author. E-mail: ployphan.en@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการใช้ เอดาบูทเอ็มวัน (Adaboost.m1) โดยมีการลดมิติด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ และได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกกับวิธีการอื่นๆ รวมไปถึงเปรียบเทียบการจำแนกแบบ 2 กลุ่ม เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่พัฒนา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ฐานข้อมูล NSL-KDD เป็นฐานข้อมูลการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับฝึกสอนและข้อมูลสำหรับทดสอบจากต้นฉบับที่ผู้พัฒนาจัดเตรียมไว้ ผลการวิจัยพบว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ มีประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุด 4 ใน 5 Weak Learner ในกรณี แบบหลายกลุ่ม (Multiclass) จะมี J48 weak learner มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 78.77 และในกรณีแบบ 2 กลุ่ม (Binary Class) จะมี k-NN weak learner มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 80.83 จากการวิจัยนี้พบว่า การลดมิติยังช่วยลดภาระการประมวลผลลงจาก 41 มิติ เหลือเพียง 11 มิติ และเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกได้ดีขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ: การคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ ฐานข้อมูล NSL-KDD เอดาบูทเอ็มวัน

Abstract

The objectives of this research were to develop algorithm for detecting computer network intruders with Adaboost.m1 through the dimensionality reduction conducted with correlation-based feature selection and to compare the efficiency of the classification with other methods as well as binary class classification to assure the efficiency of the developed algorithm. This research used the NSL-KDD as a

computer network intrusion database that would be used as data for instructional training and testing from the original prepared by the developer. The results indicated that the proposed algorithm achieved the highest overall efficiency (4 of 5 weak learner). The multiclass scenario would have J48 weak learner, the highest efficiency. The accuracy value was 78.77%. The binary class would have k-NN weak learner, the highest efficiency. The accuracy value was 80.83. The findings showed that dimensionality reduction could also reduce the burden of processing from 41 to 11 dimensions and enhance the classification efficiency.

Keywords: Correlation-based Feature Selection, NSL-KDD, Adaboost.m1

บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตมีบทบาทที่สำคัญต่อชีวิตประจำวัน ทั้งในการใช้งานทางธุรกิจ ทางการศึกษา ทางการแพทย์ และด้านอื่นๆ รวมไปถึงใช้ในการจ่ายเงินในการทำธุรกรรมต่างทั้งภาครับและภาคเอกชน โดยใช้เงินอิเล็กทรอนิกส์ โดยได้รับการผลักดันจากภาครัฐ อย่างเป็นรูปธรรม. เมื่อมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ส่งผลให้ข้อมูลที่มีการส่งผ่านเครือข่ายมีปริมาณมาก และเป็นข้อมูลสำคัญ เช่น ข้อมูลการซื้อขายสินค้าออนไลน์ รหัสบัตรเครดิต ข้อมูลส่วนตัวต่างๆ หรือข้อมูลความลับทางธุรกิจ เป็นต้น ทำให้การป้องกันความปลอดภัยของข้อมูล เป็นสิ่งที่จำเป็นและต้องมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลตลอดเวลา เพราะหากถูกผู้บุกรุกโจมตีระบบเครือข่าย ณ ช่วงเวลาใดๆ นั้นหมายถึงอาจเกิดความสูญเสีย ที่อาจประเมินค่าไม่ได้ เช่น ผู้บุกรุกดักเก็บข้อมูล (Sniffer) ในวง LAN แล้วนำไปถอดรหัสด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหารหัสผ่านของผู้อื่น เป็นต้น

ระบบตรวจจับการบุกรุก (Intrusion Detection System) คือระบบที่มีการติดตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบคอมพิวเตอร์หรือเครือข่าย แล้วจึงวิเคราะห์รูปแบบว่าเป็นการบุกรุกหรือไม่ (Hung J.L., Chun H. R., Ying C. L. and Kuan Y. T., 2017, pp. 16-24) จัดเป็นระบบที่มีความจำเป็นต่อการป้องกันความปลอดภัยเครือข่ายในปัจจุบัน จึงได้มีงานวิจัยมากมาย (Huiwen, W., Jie, G. and Shanshan, W., 2017, pp. 130-139) (Abdulla, A. A. and Mamun B. I. R., 2017, pp. 135-152) (Soo, Y. J. Bong, K. J. , Seonho, C. and Dong, H. J., 2016, pp. 9-17) (Dewan, M. F., Li Z., Chowdhury M. R., M.A. and H., R. S., 2014, pp. 1937-1946) (Aditi N., Basant, T. and Vivek, T., 2016, pp. 26-31) ที่ศึกษาการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ ซึ่งงานวิจัยเหล่านั้น ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีให้สูงขึ้น แต่อาจยังมีค่าการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด (False Alarm) สูงอยู่บ้าง. งานวิจัยกลุ่มหนึ่ง (Michael, G., Kumaravel, A., Chandrasekar A., 2015, pp. 2455-2459) (Mirza, M. B., Mian,

M. A., El-Sayed, M. E., 2017, pp. 120–126) (Yali, Y., Georgios, K., Dieter, H., 2016, pp. 111-114) ที่ได้ศึกษาการตรวจจับการบุกรุก โดยใช้หลักการของการเรียนรู้แบบกลุ่ม (Ensemble) มาเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากโดยหลักการของ Boosting จะมีการเรียนรู้ (Training) หลายต้นแบบ (Model) เพื่อทำการรวบรวมเสียงข้างมาก (Vote) ในการพยากรณ์คำตอบ จึงทำให้มีโอกาสในการตอบถูกสูง

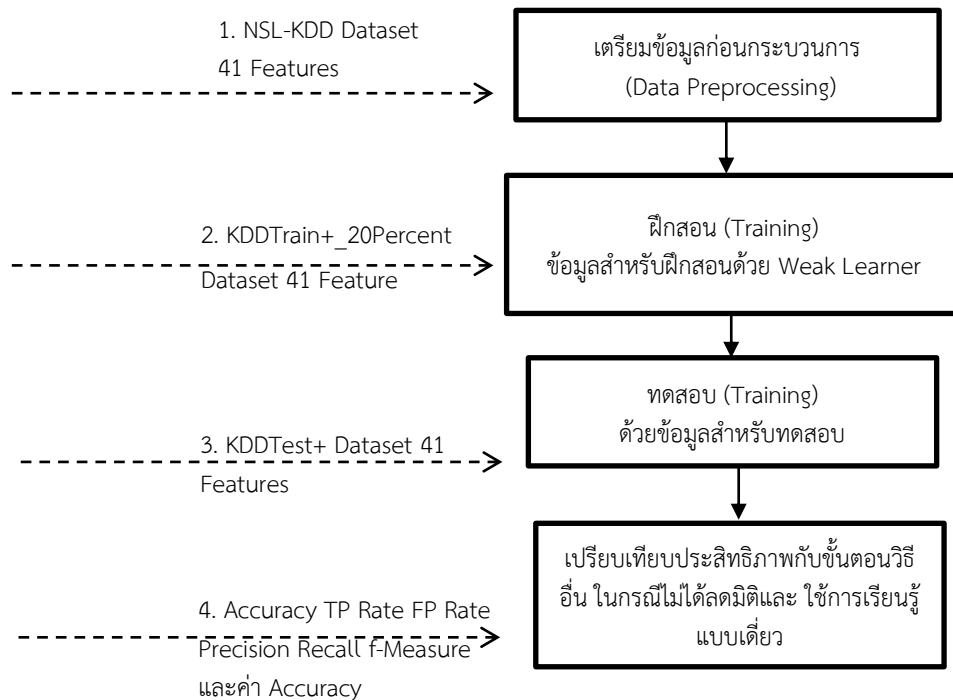
งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุก ด้วยขั้นตอนวิธีเอดาบูทเอ็มวัน (Adaboost.m1) และขั้นตอนการลดมิติข้อมูลด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ (Correlation-based Feature Selection) ในการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนก (Classification) กับขั้นตอนวิธีอื่นๆที่ไม่ลดมิติ ใช้การเรียนรู้แบบเดี่ยว (Single Learner) และ การจำแนกแบบ 2 กลุ่ม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยเอดาบูทเอ็มวัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ที่ต้องการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ด้วยการใช้ เอดาบูทเอ็มวัน และลดมิติด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนกระบวนการ (Data Preprocessing) โดยการดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ (University of New Brunswick, 2009) ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองจะใช้ฐานข้อมูล NSL-KDD ซึ่งเป็นฐานข้อมูลการบุกรุกเครือข่ายที่เป็นรุ่นของการปรับปรุงมาจาก KDD Cup 99 โดยจะลดจำนวนข้อมูลที่ซ้ำซ้อนลงและมีจำนวนประเภทการบุกรุกต่างๆทั้งในข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบเหมาะสมขึ้น. เนื่องจากฐานข้อมูลที่ใช้งานประกอบไปด้วย 22 ประเภทย่อยของการบุกรุกและ 1 ประเภทของ Normal ขั้นตอนนี้ได้ทำการจัดกลุ่มประเภทย่อยๆของการบุกรุกให้เป็นกลุ่มหลัก 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ Normal Dos Probe R2L และ U2R. จากนั้นจึงทำการลดมิติของข้อมูลด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ (Correlation-based feature Selection: CFS) เพื่อให้เหลือเพียงคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันสูงเท่านั้นมาใช้งาน

1.2 ฝึกสอนข้อมูลที่จัดเตรียม (KDDTrain+_20Percent) ด้วยเทคนิคเอดาบูทเอ็มวันโดยใช้ Weak learner ทั้ง 5 เทคนิคของ Supervised Learning ได้แก่ Naïve Bayes, Decision Tree, Multilayer Perceptron, k-NN และ SVM โดยกำหนดให้ ขั้นตอนการเรียนรู้สร้าง 50 ต้นแบบสำหรับการ Vote เพื่อให้ได้คำตอบสุดท้าย ของการจำแนกข้อมูล

1.3 ทดสอบข้อมูลจากข้อมูลสำหรับทดสอบ (KDDTest+) ที่ได้จัดเตรียมไว้

1.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกของ Weak learner ทั้ง 5 เทคนิค แบบหลายกลุ่ม (Multiclass) และ แบบสองกลุ่ม (Binary) รวมไปถึงเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกที่ไม่ได้ลดมิติ และการเรียนรู้แบบเดี่ยว (Single Learner)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลการลดมิติ ฝึกสอนข้อมูล ทดสอบข้อมูล และวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ได้แก่โปรแกรม WEKA Mining 3.8.1

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจำแนก ได้พิจารณาเปรียบเทียบค่าต่างๆดังต่อไปนี้ ค่า True Positive Rate (TP Rate) ค่า False Positive Rate (FP Rate) ค่า Precision ค่า Recall ค่า f-Measure และค่า Accuracy วิเคราะห์จากตาราง Confusion Matrix (Gulshan, K, 2014)

ตารางที่ 1 Confusion Matrix

Predict	Actual	
	Positive	Negative
Positive	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$f - \text{Measure} = \frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

เมื่อ

TP (True Positive) = อัตราผลบวกจริง

TN (True negative) = อัตราผลบวกปลอม

FP (False Positive) = อัตราผลลบจริง

FN (False Negative)	= อัตราผลลบปลอม
Precision	= ค่า ความแม่นยำ
Recall	= ค่าความไว
F-Measure	= ค่าถ่วงดุล
Accuracy	= ค่าความถูกต้องโดยรวม

ผลการวิจัย

ผลการทดลองในขั้นตอนเตรียมข้อมูลก่อนกระบวนการ พบว่ามีจำนวนข้อมูลสำหรับฝึกสอน และจำนวนข้อมูลสำหรับทดสอบแยกตามประเภทดังตารางที่ 2

ตาราง 2 จำนวนของข้อมูลแยกตามประเภท

ประเภท	ข้อมูลฝึกสอน	ข้อมูลทดสอบ
Normal	13,449	9,711
Dos	9,234	7,460
Probe	2,289	2,421
R2L	209	2,885
U2R	11	67
รวม	25,192	22,544

จากนั้นได้คัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ จากทั้งหมด 41 คุณลักษณะ (Feature) เหลือเพียง 11 คุณลักษณะ ได้แก่ 1. servcies 2. flag 3. src_bytes 4. dst-bytes 5. logged_in 6. root_shell 7. srv_error_rate 8. same_srv_rate 9. diff_srv_rate 10. dst_host_srv_diff_host_rate และ 11. dst_host_error_rate.

จากนั้น เมื่อทำการฝึกสอนด้วยเอดาบูทเอ็มวัน โดยสร้างต้นแบบ จำนวน 50 ต้นแบบสำหรับ ทุกๆ Weak Learner แล้วจึงทดสอบค่าประสิทธิภาพของการจำแนก เปรียบเทียบกับวิธีการที่ลดมิติ และเปรียบเทียบกับการเรียนรู้แบบเดียวที่ไม่ได้ลดมิติ แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Accuracy ดัง ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการจำแนกหลายกลุ่ม

จำนวน Feature	ขั้นตอนวิธี	ความถูกต้อง (%)
41Features	J48	77.66
	Naive Bayes	70.95
	k-NN	73.69
	MLP	72.27
	SVM	68.21
11 Features	J48	75.45
	Naive Bayes	40.66
	k-NN	75.33
	MLP	73.89
	SVM	43.07
ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ 11 Features+Adaboost.m1	J48	78.77
	Naive Bayes	45.30
	k-NN	76.99
	MLP	74.14
	SVM	73.45

จากตารางที่ 3 จะพบว่า ขั้นตอนวิธีที่งานวิจัยนำเสนอ เมื่อลดมิติแล้วใช้เอดาบูทเอ็มวัน ซึ่งมี J48 Naive Bayes k-NN และ SVM เป็น Weak Learner มีค่า Accuracy สูงกว่าการประมวลผลแบบเดี่ยวของทุกวิธีดังกล่าวทุกวิธี และยิ่งสูงกว่าการไม่ลดมิติอีกด้วย ยกเว้น Naive Bayes จากผลการทดลองพบว่า J48 มีค่า Accuracy สูงที่สุดคือ 78.77% แสดงค่า Confusion Matrix ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงค่า Confusion Matrix

กลุ่มจริง	จำแนกเป็น				
	R2				
	Normal	Dos	L	Probe	U2R
Normal	9351	83	11	266	0
Dos	1752	5698	0	10	0
16					
R2L	2401	215	6	103	0
Probe	496	132	4	1789	0
U2R	62	0	0	0	5

เมื่อวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยละเอียดของทุกประเภทการบุกรุก แยกตามวิธีการทดลองที่เปรียบเทียบ แสดงค่าประสิทธิภาพ TP Rate FP Rate Precision Recall และ f-Measure ดังตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่า TP Rate FP Rate Precision Recall และ f-Measure ของขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ

ประเภทการบุกรุก	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	f-Measure
Decision Tree					
Normal	0.969	0.333	0.687	0.969	0.804
Dos	0.83	0.014	0.966	0.83	0.893
R2L	0.232	0.001	0.965	0.232	0.374
Probe	0.606	0.013	0.849	0.606	0.707
U2R	0.224	0	0.833	0.224	0.353
Naïve Bayes					
Normal	0.282	0.1	0.682	0.282	0.399
Dos	0.707	0.021	0.943	0.707	0.808
R2L	0.002	0.001	0.147	0.002	0.003
Probe	0.892	0.069	0.61	0.892	0.725
U2R	0.537	0.415	0.004	0.537	0.008
k-NN					
Normal	0.921	0.272	0.719	0.921	0.808
Dos	0.833	0.065	0.864	0.833	0.848
R2L	0.132	0.019	0.511	0.132	0.209
Probe	0.742	0.017	0.842	0.742	0.789
U2R	0.299	0	0.645	0.299	0.408
MLP					
Normal	0.977	0.386	0.657	0.977	0.786
Dos	0.717	0.017	0.954	0.717	0.819
R2L	0	0	0	0	0
Probe	0.776	0.031	0.752	0.776	0.764
U2R	0	0	0	0	0
SVM					

ประเภทการบุกรุก	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	f-Measure
Normal	0.968	0.422	0.635	0.968	0.767
Dos	0.737	0.017	0.954	0.737	0.831
R2L	0.001	0.001	0.143	0.001	0.001
Probe	0.687	0.015	0.849	0.687	0.759
U2R	0	0	0	0	0

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่า TP Rate FP Rate Precision Recall และ f-Measure ของวิธีการลดมิติ

ประเภทการบุกรุก	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	f-Measure
Decision Tree					
Normal	0.963	0.367	0.665	0.963	0.787
Dos	0.764	0.029	0.93	0.764	0.839
R2L	0.058	0.001	0.917	0.058	0.108
Probe	0.739	0.019	0.825	0.739	0.78
U2R	0.075	0	1	0.075	0.139
Naïve Bayes					
Normal	0.194	0.149	0.497	0.194	0.279
Dos	0.736	0.054	0.87	0.736	0.797
R2L	0.001	0.001	0.158	0.001	0.002
Probe	0.72	0.021	0.802	0.72	0.759
U2R	0.627	0.454	0.004	0.627	0.008
k-NN					
Normal	0.925	0.325	0.683	0.925	0.786
Dos	0.833	0.069	0.856	0.833	0.844
R2L	0.023	0.001	0.802	0.023	0.044
Probe	0.708	0.016	0.841	0.708	0.768
U2R	0.224	0	0.625	0.224	0.33
MLP					
Normal	0.985	0.375	0.665	0.985	0.794
Dos	0.716	0.014	0.962	0.716	0.821
R2L	0	0	0	0	0
Probe	0.724	0.043	0.671	0.724	0.696
U2R	0	0	0	0	0
SVM					

ประเภทการบุกรุก	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	f-Measure
Normal	1	0.99	0.433	1	0.604
Dos	0	0	0	0	0
R2L	0	0.002	0	0	0
Probe	0	0.004	0.011	0	0.001
U2R	0	0	0	0	0

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่า TP Rate FP Rate Precision Recall และ f-Measure ของวิธีการเรียนรู้แบบเดี่ยว

ประเภทการบุกรุก	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	f-Measure
Decision Tree					
Normal	0.961	0.3	0.708	0.961	0.816
Dos	0.829	0.029	0.934	0.829	0.878
R2L	0.003	0	0.833	0.003	0.007
Probe	0.81	0.037	0.725	0.81	0.765
U2R	0.209	0	0.875	0.209	0.337
Naïve Bayes					
Normal	0.853	0.243	0.726	0.853	0.785
Dos	0.705	0.044	0.888	0.705	0.786
R2L	0.087	0.003	0.812	0.087	0.157
Probe	0.9	0.063	0.631	0.9	0.742
U2R	0.328	0.064	0.015	0.328	0.029
k-NN					
Normal	0.978	0.412	0.642	0.978	0.775
Dos	0.75	0.019	0.952	0.75	0.839
R2L	0.024	0	0.933	0.024	0.047
Probe	0.599	0.018	0.802	0.599	0.686
U2R	0.075	0	0.833	0.075	0.137
MLP					
Normal	0.975	0.443	0.625	0.975	0.762
Dos	0.706	0.013	0.964	0.706	0.815
R2L	0	0	0	0	0
Probe	0.644	0.018	0.808	0.644	0.716
U2R	0	0	0	0	0

ประเภทการบุกรุก	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	f-Measure
SVM					
Normal	0.983	0.529	0.584	0.983	0.733
Dos	0.646	0.011	0.966	0.646	0.774
R2L	0	0	0	0	0
Probe	0.418	0.01	0.831	0.418	0.556
U2R	0	0	0	0	0

จากผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพที่พบว่า เมื่อพิจารณาค่า f-measure จะเห็นได้ว่าวิธีการนำเสนอ โดยภาพรวม ส่วนมากมีค่าสูงกว่าทุกๆวิธีการที่เปรียบเทียบเมื่อแยกตามรายกลุ่มของการบุกรุก นั้นหมายถึง สามารถจำแนกประเภทของ การบุกรุกได้ดีที่สุดโดยภาพรวม ซึ่งสอดคล้องกับค่า Accuracy ที่นำเสนอ

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับฐานข้อมูลเดิม แต่เป็นกรณี 2 ประเภทของพฤติกรรม ได้แก่ ประเภทปกติ (Normal Type) และประเภทไม่ปกติ หรือ ประเภทการบุกรุก (Abnormal Type) พบว่า ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ มีค่าความถูกต้องสูงสุด เช่นกันเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการจำแนกแบบ 2 กลุ่ม

จำนวน Feature	ขั้นตอนวิธี	ความถูกต้อง (%)
41Features	J48	79.98
	Naive Bayes	76.30
	k-NN	75.60
	MLP	75.33
	SVM	47.37
11 Features	J48	77.51
	Naive Bayes	75.09
	k-NN	78.33
	MLP	75.48
	SVM	62.96
ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ 11 Features+Adaboost.m1	J48	79.37
	Naive Bayes	76.55
	k-NN	80.83

จำนวน Feature	ขั้นตอนวิธี	ความถูกต้อง (%)
	MLP	75.90
	SVM	78.55

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุก ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลการบุกรุกให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ในการทดลองได้ลดมิติของข้อมูลด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ แล้วจำแนกข้อมูลด้วยเอดาบูทเอ็มวัน ซึ่งจะใช้ Weak learner ที่แตกต่างกันในการเปรียบเทียบ เพื่อหาขั้นตอนวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นจึงเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีที่มีการลดมิติ และเปรียบเทียบกับการเรียนรู้แบบเดียวที่ไม่ได้ลดมิติ ผลการทดลองพบว่า ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอโดยใช้ J48 Weak Learner มีประสิทธิภาพสูงสุด และสูงกว่าขั้นตอนวิธีอื่นๆทั้งภาพรวมและแยกวิเคราะห์ตามประเภทการบุกรุกแต่ละประเภท ยกเว้น Naïve Bayes ในส่วนของการทดลองแบบ 2 กลุ่ม พบว่ามีผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกันคือ ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุด ยกเว้น J48 weak learner ซึ่งแม้ว่ามีบาง Weak Learner ที่ไม่ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่การลดมิติก็สามารถลดภาระการประมวลผลลงไปได้ โดยลดลงจาก 41 มิติ เหลือเพียง 11 มิติ จึงเหมาะแก่การนำไปพัฒนาต่อยอดให้ใช้งานได้จริงในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในอนาคต

อภิปรายผล

1. เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการใช้เอดาบูทเอ็มวัน วันและลดมิติด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานความสัมพันธ์ มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลการบุกรุกเครือข่ายได้ดีที่สุดในภาพรวมเมื่อทดสอบกับ Weak Learner ในทุก Weak learner โดยเมื่อใช้ J48 เป็น Weak Learner มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด เป็นร้อยละ 78.77 ยกเว้น Naïve Bayes ไม่ได้มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด เนื่องจากขั้นตอนวิธีของเอดาบูท ใช้เทคนิคของการ Vote ค่า Weight ในทุกๆคำตอบของแต่ละต้นแบบ เพื่อให้ได้คำตอบสุดท้าย (Final Hypothesis) ทำให้ Weak Learner ใดๆ สามารถเรียนรู้ได้ 50 ต้นแบบแล้วจึง Vote ได้คำตอบที่ถูกต้องที่สุดตามความสามารถในการจำแนก แต่ Naïve Bayes อาจเป็นขั้นตอนวิธีการคิดค่าความน่าจะเป็น ซึ่งต้นแบบเดียว อาจไม่ได้มีค่าความถูกต้องสูง ทำให้เมื่อเกิดการ Vote ในหลายๆต้นแบบ จึงเกิดการคำนวณค่าจาก Weight ของคำตอบที่ไม่ถูกต้องแล้วผลการจำแนกจึงต่ำลงไปได้ แต่แม้ไม่ได้มีค่าความถูกต้องที่สูงที่สุด ก็ยังคงมีค่าใกล้เคียงกัน และสามารถลดภาระการประมวลผลในด้าน

จำนวน feature ที่ลดลงมากได้จาก 41 Features เหลือเพียง 11 Features การวิจัยนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wei L.i และ QingXia Li (2010).

2. ประสิทธิภาพการจำแนกโดยละเอียดแยกตามประเภท พบว่าสามารถจำแนกประเภทของการบุกรุกได้ดีที่สุด โดยภาพรวมซึ่งมีค่า f-Measure สูงที่สุด เป็นจำนวนที่มากที่สุด ดังตาราง 4-6 อาจมีบางประเภทการบุกรุกที่จำแนกได้ดีกว่ากับขั้นตอนวิธีอื่นที่ทำการเปรียบเทียบ เนื่องจากบางประเภทของการบุกรุกมีจำนวนมากในฐานข้อมูล เช่น Dos หรือบางประเภทมีจำนวนน้อย เช่น R2L และ U2R ทำให้เกิดปัญหาข้อมูลไม่สมดุล (Class Imbalance) โดยจำนวนกลุ่มที่มีปริมาณน้อยอาจไม่สามารถจำแนกได้เลย และบางกลุ่มที่มีจำนวนมากกว่า อาจมีรูปแบบ (Pattern) ที่คล้ายคลึงกันกับประเภทอื่นๆ ซึ่งอาจต้องใช้จำนวนมิติที่มาก ทั้ง 41 มิติ ในการจำแนกข้อมูลที่จำแนกออกจากกันบางบางประเภท.

3. เมื่อทดลองแบบ 2 กลุ่มพบว่า ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลการบุกรุกเครือข่ายได้ดีที่สุดในภาพรวม ซึ่งเมื่อใช้ MLP เป็น Weak Learner มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด เป็นร้อยละ 80.33 เมื่อทดสอบกับ Weak Learner ในทุก Weak learner ยกเว้น J48 เนื่องจาก ไม่ได้มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด เนื่องจากเป็นขั้นตอนวิธีการสร้างต้นไม้ (Tree) ซึ่งหากมีจำนวนของ Feature ที่มากกว่าในการคำนวณค่า Information Gain (IG) อาจทำให้โครงสร้าง Tree ที่สมบูรณ์กว่า พยากรณ์คำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องได้มากกว่า.

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการลดมิติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งในการพัฒนาต่อควรพัฒนาความเร็วในการประมวลผลเพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริงในการตรวจจับการบุกรุกบนเครือข่ายขนาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

- Abdulla, A. A. and Mamun B. I. R. (2017). A survey of intrusion detection systems based on ensemble and hybrid classifiers. ScienceDirect, 65(1), 135–152
- Aditi N., Basant, T. and Vivek, T. (2016). Improving Accuracy for Intrusion Detection through Layered Approach Using Support Vector Machine with Feature Reduction, *WIR '16 Proceedings of the ACM Symposium on Women in Research 2016* (pp. 26-31). India: Indor.

- Dewan, M. F., Li Z., Chowdhury M. R., M.A. and H., R. S. (2014). Hybrid decision tree and naïve Bayes classifiers for multi-class classification tasks. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 1937–1946
- Gulshan, K. (2014). Evaluation Metrics for Intrusion Detection Systems - A Study. *International Journal of Computer Science and Mobile Applications*, 2(11), 11-17
- Hung J.L., Chun H. R., Ying C. L. and Kuan Y. T. (2017). Intrusion detection System: A Comprehensive review. *Journal of Computer and Application*, 36(1), 16-24
- Huiwen, W., Jie, G. and Shanshan, W. (2017). An effective intrusion detection framework based on SVM with feature augmentation. *Knowledge-Based Systems*, 136(1), 130-139
- Michael, G., Kumaravel, A., Chandrasekar A. (2015) Detection of malicious attacks by Meta classification algorithms. *Advanced Networking and Applications*, 6(5), 2455-2459
- Mirza, M. B., Mian, M. A., El-Sayed, M. E. (2017). AdaBoost-based artificial neural network learning. *Neurocomputing*, 248 (1), 120–126
- Soo, Y. J. Bong, K. J. , Seonho, C. and Dong, H. J. (2016). A multi-level intrusion detection method for abnormal network behaviors. *Journal of Network and Computer Applications*, 62(1), 9-17
- University of New Brunswick. (2009). NSL-KDD dataset. Retrieved Dec 3, 2016, from <http://www.unb.ca/cic/datasets/nsll.html>
- Wei, L. and QingXia, L. (2010). Using Naive Bayes with AdaBoost to Enhance Network Anomaly Intrusion Detection, *ICINIS '10 Proceedings of the 2010 Third International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems* (pp. 486-489).China: China
- Yali, Y., Georgios, K., Dieter, H. (2016). A Novel Semi-Supervised Adaboost Technique for Network Anomaly Detection, *MSWiM '16 Proceedings of the 19th ACM International Conference on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems* (pp. 111-114). Malta: Malta.