

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครปฐม ด้วยเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลชั้นเดียวซึ่งปรับได้
และการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่

A Comparison of the Forecasting Technique Efficiency for Recruitment in
the Demonstration School Students Nakhon Pathom Rajabhat University
Using Adaptive-Response-Rate Single Exponential Smoothing
and Moving Average Technique

อนัทยา พุ่มพวง¹ นิติมา ลักขณานุรักษ์² และไกรุ่ง เสงพะพรหม^{1*}

^{1,3}สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

²สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

*kairung2011.heng@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการพยากรณ์ที่มีเหมาะสมสำหรับข้อมูล การรับสมัครของนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยทำการศึกษากับ 2 เทคนิค ได้แก่ การทำให้เรียบ แบบเอกซ์โปเนนเชียลชั้นเดียวซึ่งปรับได้ (Adaptive-response-rate single exponential smoothing) และการหาค่าเฉลี่ย แบบเคลื่อนที่ (Moving Average) เพื่อหาประสิทธิภาพของเทคนิคที่ดีที่สุดเพื่อการพยากรณ์ข้อมูลการรับสมัครนักเรียนโรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด คือ การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ชั้นเดียวซึ่งปรับได้ ซึ่งมีค่า Alpha เท่ากับ 0.1

คำสำคัญ: การพยากรณ์ข้อมูล การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลชั้นเดียวซึ่งปรับได้ การหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่

Abstract

The objective of the research is to compare the forecasting technique efficiency of recruitment in the demonstration school students Nakhon Pathom Rajabhat University using Adaptive-response-rate single exponential smoothing Technique and Moving Average Technique. The result has shown that the best efficiency technique for recruitment forecasting of the demonstration school students Nakhon Pathom Rajabhat University is the Adaptive-response-rate single exponential smoothing with alpha 0.1.

Keywords: forecasting, adaptive-response-rate single exponential smoothing, moving average

1. บทนำ

ปัจจุบันอัตราการเกิดของประชากรในประเทศไทยมีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัดจะเห็นได้จากจำนวนที่นั่งของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่มีจำนวนลดลง ส่งผลให้จำนวนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายลดลงเช่นกัน จะเห็นได้จากการการสมัครเรียนต่อในระดับมัธยมศึกษา ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่นักเรียนต้องการเข้าศึกษาต่อในโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ เช่น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นต้น โดยเฉพาะโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ซึ่งเคยทำสถิติเป็นโรงเรียนที่ได้คะแนน O-NET ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสูงที่สุดในประเทศไทยติดต่อกัน 3 ปีซ้อน ในช่วงปีการศึกษา 2548-2550 และ O-NET ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสูงเป็นอันดับ 3 ของประเทศ ในปีการศึกษา 2554 รวมไปถึงนักเรียนจำนวนมากได้สร้างชื่อเสียงให้แก่โรงเรียนติดต่อกันกันอย่างต่อเนื่อง และเมื่อจบการศึกษา นักเรียนส่วนมากสามารถสอบเข้าระดับชั้นปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงในประเทศ แม้ว่าปัจจุบันนี้โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มีนักเรียนที่มาสมัครเข้าศึกษาต่อทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นจำนวนมากซึ่งในแต่ละปีนั้นมีจำนวนผู้สมัครเข้าเรียนในโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมก็ประสบปัญหาจำนวนนักเรียนที่เข้าสมัครเรียนมีจำนวนลดลงเช่นกัน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษากับ 2 เทคนิค ซึ่งได้แก่ การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลชั้นเดียวซึ่งปรับได้และการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ เพื่อหาเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมเพื่อใช้สำหรับพยากรณ์จำนวนนักเรียนที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนสาธิตราชภัฏนครปฐมเพื่อให้ผู้บริหารได้ตระหนักถึงเรื่องของจำนวนนักเรียนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และดำเนินการแก้ไขปัญหาต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูล ระหว่างเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลชั้นเดียวซึ่งปรับได้และ เทคนิคการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งชั้นซึ่งปรับได้ (Adaptive-response rate single exponential smoothing, ARSES) (D. W. Trigg and A. G. Leach, 1967) การพยากรณ์วิธีนี้ มีข้อดีกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลชั้นเดียว ตรงที่ว่า “ไม่ต้องกำหนดค่าเฉพาะเจาะจงของ α การเปลี่ยนค่า α เป็นไปตามลักษณะความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าพยากรณ์ปรับค่าไปตามการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง”

3.1.2 การเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average)

การเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average) (ซัชชญา เสริมพงษ์พันธ์, 2560) เป็นอนุกรมค่าเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าจากการสังเกตที่เพิ่งผ่านมาชุดหนึ่งและหาค่าเฉลี่ยแล้วจึงใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้นี้เป็นค่าพยากรณ์สำหรับในช่วงเวลาถัดไปจำนวนของค่าสังเกตที่ใช้หาค่าเฉลี่ยนั้นจะถูกกำหนดขึ้นโดยผู้พยากรณ์และจะมีค่าคงที่ตลอดไป โดยยังมีจำนวนค่าที่สังเกตที่ใช้ในการพยากรณ์มากขึ้น จะยิ่งทำให้ค่าพยากรณ์มีความราบเรียบมากขึ้น

$$F_t = A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n} / n$$

- โดยที่ F_t = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา t
 A_{t-n} = ค่าจริงในช่วงเวลา $t-n$
 n = จำนวนจุดของข้อมูลในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

3.1.3 การวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์

ในการพยากรณ์ข้อมูลทุกครั้ง (เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ, 2560) จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นทุกครั้ง ความถูกต้องของค่าพยากรณ์จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Error) ซึ่งเป็นผลต่างของค่าจริงกับค่าพยากรณ์ ดังนั้น ในการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์สามารถทำได้โดยการหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งในที่นี้ได้นำเสนอ 4 วิธีการดังนี้

- 1) ค่าเฉลี่ยของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error, MSE) คือ

$$MSE = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t [e_i(1)]^2$$

- 2) ค่าเฉลี่ยของรากที่สองของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error, RMSE) หรือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error, SE) คือ

$$RMSE = SE = \sqrt{MSE}$$

- 3) ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน (Mean absolute deviation, MAD) คือ

$$MAD = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t |e_i(1)|$$

- 4) ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน (Mean absolute percent error, MAPE) คือ

$$MAPE = \frac{100}{t} \sum_{i=1}^t \left| \frac{e_i(1)}{Z_i} \right|$$

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัจฉราภรณ์ จุฑาผาด (2559) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่โดยใช้กฎการจำแนกต้นไม้ตัดสินใจ ผลการวิจัยพบว่า การหาค่าประสิทธิภาพต่าง ๆ ที่วัดได้จะมีค่าใกล้เคียงกันหรือมีค่าเท่ากันในบางตัวต้นแบบ โดยตัวต้นแบบการพยากรณ์ที่พัฒนาด้วยวิธีการแบ่งชุดข้อมูลและการทดสอบออกจากกัน วัดค่าความถูกต้องได้เท่ากับร้อยละ 97.34 ค่าความแม่นยำเท่ากับร้อยละ 98.56 ค่าความระลึกลับเท่ากับร้อยละ 97.00 และค่าความถ่วงดุล เท่ากับร้อยละ 97.13 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงทุกค่า แสดงว่าตัวต้นแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนา ขึ้นมีความถูกต้องแม่นยำในการพยากรณ์ในการรับสมัครนักศึกษาใหม่ โดยที่ผู้วิจัยใช้กฎการจำแนก เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมากที่สุด และสามารถนำไปพยากรณ์ด้านอื่น ๆ ได้มากมายหลายสาขา

ลักขณา ฤกษ์เกษม (2559) ศึกษาเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต : กรณีศึกษาการผลิตชุดสะอาด ผลการวิจัยพบว่า วิธีพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสมที่สุด วิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 4 วิธี คือ วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing) วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing) และวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการ

พยากรณ์ที่ให้อารมณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือวิธีการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมมุติที่น้อยที่สุด

โกวิท ปรดิษฐ์ผล และปรีชา วิจิตรธรรมรส (2559) ศึกษาเรื่อง การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาโท ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ประเภทงานวิจัย เกรดเฉลี่ย และหน่วยกิตที่ลงทะเบียนในแต่ภาคการศึกษามีความสำคัญอันดับต้น ๆ ที่ส่งผลทำให้นักศึกษาสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษา โดยพบว่าเพศหญิงมีอัตราการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์สูงกว่าเพศชาย มีเพียงหลักสูตรเดียวที่เพศชายสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์สูงกว่าเพศหญิง ในส่วนตัวแปรที่เกี่ยวกับการทำงานทุกตัวมีอิทธิพลต่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาภาคปกติ และพบว่านักศึกษาที่ทำงานอยู่ มีอัตราการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์ที่สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้ทำงานและนักศึกษาที่ทำงานส่วนตัว

กนกกาญจน์ มูลผลา และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย (2557) ศึกษาเรื่อง การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายสินค้าอุปโภคที่เหมาะสมของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า มีสินค้าจำนวน 73 รายการจากทั้งหมด 137 รายการ ที่เหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และมีสินค้าจำนวน 64 รายการ ที่ควรปรับปรุงเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ยอดขาย จากนั้นทำการพยากรณ์ยอดขายสินค้าในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2557 ด้วยเทคนิคการพยากรณ์หลังการปรับปรุง เปรียบเทียบกับยอดขายที่เกิดขึ้นจริง ณ เดือนนั้น ๆ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ลดลงถึง 11% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคการพยากรณ์วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่โดยที่สินค้าของบริษัทกรณีศึกษาส่วนใหญ่เหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) และจากผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากขึ้นยังเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงาน ทั้งด้านการลดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าการเพิ่มประโยชน์จากการใช้พื้นที่คลังสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น การลดต้นทุนค่าขนส่ง รวมถึงสามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายสินค้าไปประยุกต์ใช้กับสินค้าอื่น ๆ ของบริษัทต่อไปในอนาคตได้อีกด้วย

4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 ข้อมูลสำหรับใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาจากเว็บไซต์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

4.2 การดำเนินการทดลอง

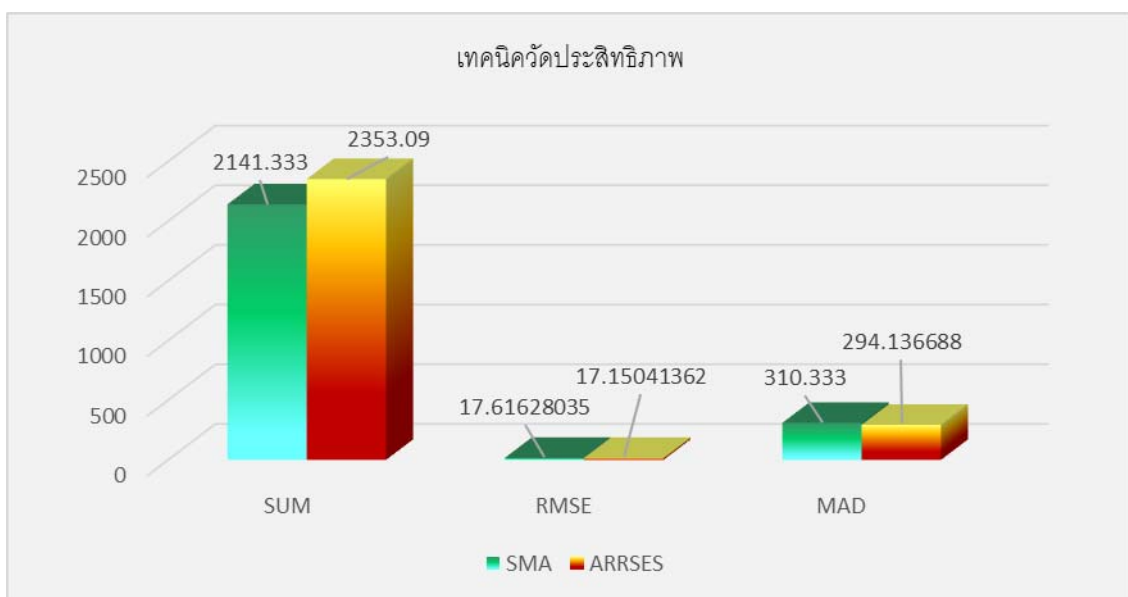
- นำข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 4.1 มาทำการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ จำนวน 2 เทคนิค ได้แก่ 1) การหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (moving average) 2) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลขั้นเดียวซึ่งปรับได้ (Adaptive-response-rate single exponential smoothing: ARRES)
- นำผลลัพธ์จากการพยากรณ์ที่ได้จากการทดลองมาหาประสิทธิภาพของการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
- นำเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดไปใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจต่อไป

5. ผลการดำเนินงาน

ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 2 เทคนิค ได้แก่ 1) การหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (moving average) 2) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซึ่งปรับได้ (Adaptive-response-rate single exponential smoothing: ARRSSES)

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธีการ

เทคนิควัดประสิทธิภาพ	SMA	ARRSES
SUM	2141.333	2353.09
RMSE	17.61	17.15
MAD	310.33	294.14



ภาพที่ 1 ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธีการ

ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ทั้ง 2 เทคนิค คือ 1) การหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (moving average) 2) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซึ่งปรับได้ (Adaptive-response-rate single exponential smoothing : ARRSSES) ผลการวิจัยพบว่า การหาค่าเฉลี่ยแบบการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซึ่งปรับได้ (Adaptive-response-rate single exponential smoothing : ARRSSES) โดยให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดดังนี้ ค่า SUM ของความผิดพลาด เท่ากับ 2353.09 ค่า RMSE เท่ากับ 17.15041362 และ ค่า MAD 294.136688 เทคนิครองลงมา คือ เทคนิคหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (moving average) โดยให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดดังนี้ ค่า SUM ของความผิดพลาด เท่ากับ 2141.333 ค่า RMSE เท่ากับ 17.61628035 และ ค่า MAD 310.333

6. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของเทคนิคพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ด้วยเทคนิคการพยากรณ์จำนวน 2 เทคนิค ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (moving average) และการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซึ่งปรับได้ ผลการวิจัยพบว่า จากดังกล่าวทั้ง 2 เทคนิค เทคนิคที่ให้ค่า Mad น้อยที่สุดจะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือสูตรการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซึ่งปรับได้ ซึ่งมีค่า $\alpha = 0.1$

6.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกเทคนิคในการพยากรณ์ที่มีความหลากหลาย แต่เทคนิคทั้ง 2 เทคนิคที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาเปรียบเทียบนั้นอาจจะไม่ใช่เทคนิคที่ดีที่สุด ดังนั้นหากมีการวิจัยในครั้งถัดไปควรวิจัยกับเทคนิคอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้ถูกนำมาทำการเปรียบเทียบทำการพยากรณ์ในครั้งนี้ หากนำทุกเทคนิคมาทำการเปรียบเทียบกัน อาจจะค้นพบเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ดีที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

- โกวิทย์ ปรดิษฐ์ผล. และปรีชา วิจิตรธรรมรส. (2559). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาโท ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. *KKU International Journal of Humanities and Social Sciences*. 6, 3 (กันยายน-ธันวาคม), 113-145.
- กนกกาญจน์ มูลผลา. และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2557). การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายสินค้าอุปโภคที่เหมาะสมของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง. *วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)*. 3, 1 (มกราคม - ธันวาคม), 12-21.
- เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ. (2560). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม. *Naresuan University Journal: Science and Technology* 2017, 25, 4 (2017), 124-137.
- ชัชชญา เสริมพงษ์พันธ์. (2560). การพยากรณ์ความต้องการใช้ปูนซีเมนต์ในประเทศไทย. การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ลักขณา ฤกษ์เกษม. (2559). การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต: กรณีศึกษาการผลิตชุดสะอาด. *วารสารปริชาต มหาวิทยาลัยทักษิณ*. 28, 3 (พิเศษ), 290-304.
- อัจฉราภรณ์ จุฑาผาด. (2560). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่โดยใช้กฎการจำแนกต้นไม้ตัดสินใจ. การประชุมวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 13, 20-21 กรกฎาคม 2560, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- D. W. Trigg and A. G. Leach (1967). Exponential Smoothing with an Adaptive Response Rate. *Journal of the Operational Research Society*. 18, 1 (March), 53-59.