

ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี
Mathematical model for forecasting the number of tourists
in Uthai Thani Province

โรงเรียนอุทัยวิทยาคม
จังหวัดอุทัยธานี

คณะผู้จัดทำโครงการ

- | | |
|------------------|----------|
| 1. นางสาวธาวินี | ปิ่นงาม |
| 2. นางสาวรุ่งฤดี | หอมเนียม |
| 3. นางสาวพจนา | มีขำ |

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานสาขาวิชาคณิตศาสตร์
การนำเสนอโครงงานของนักเรียนจากโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เครือข่ายภาคกลางประจำปีการศึกษา 2567

ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี
Mathematical model for forecasting the number of tourists
in Uthai Thani Province

โรงเรียนอุทัยวิทยาคม
จังหวัดอุทัยธานี

คณะผู้จัดทำโครงงาน

- | | |
|------------------|----------|
| 1. นางสาวธาวินี | ปิ่นงาม |
| 2. นางสาวรุ่งฤดี | หอมเนียม |
| 3. นางสาวพจนา | มีขำ |

ครูที่ปรึกษา

- | | |
|----------------|------------------|
| 1. นายปิติพงษ์ | วิริยาภรณ์ประภาส |
| 2. นายเทพรักษ์ | แก้วกลสิกรรม |

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานสาขาวิชาคณิตศาสตร์
การนำเสนอโครงงานของนักเรียนจากโรงเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เครือข่ายภาคกลางตอนบน ประจำปีการศึกษา 2567

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดจาก 1 ใน 5 ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเยี่ยมเยือนภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึง ธันวาคม 2566 รวมทั้งสิ้น 48 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึง มิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน ใช้ในการหาตัวแบบที่เหมาะสม และข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึง ธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน แล้วจึงเปรียบเทียบแม่นยำของค่าพยากรณ์จากตัวแบบทั้ง 5 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend, Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend, Exponential smoothing แบบ Damped trend, Exponential smoothing แบบ Simple, วิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ โดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสมบูรณ์ เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน (MAPE) และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD) และเพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอนาคตของจังหวัดอุทัยธานี

ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend มีความเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์ โดยได้ค่าเฉลี่ย MAPE เท่ากับ 5.119 % และค่าเฉลี่ย MAD เท่ากับ 4248.333 ตามลำดับ เมื่อนำตัวแบบการพยากรณ์ดังกล่าวมาพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2567 พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี คือ

$$F_{t+m} = (0.529)F_t + (1 - 0.529)a_{t-1} + 0.529(a_t - a_{t-1}) + (1 - 0.529)b_{t-1} \left[(m - 1) + \frac{1}{0.529} \right]$$

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณครูปิติพงษ์ วิริยาภรณ์ประภาส และคุณครูเทพรักษ์ แก้วกสิกรรม คุณครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนอุทัยวิทยาคม ที่ได้สละเวลามาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการ ตลอดจนการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ จนการศึกษาครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานจังหวัดอุทัยธานี และนายสัมพันธ์ สุภากักดี ผู้อำนวยการการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานอุทัยธานีที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง และเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ศึกษาตลอดมา ขอขอบพระคุณ คุณครูวิริยดา บางแบ่ง ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยรับฟังปัญหาตลอดทั้งการทำโครงการเล่มนี้

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจ ในแนวทางเดียวกัน หากเนื้อหาในรายงานเล่มนี้มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำ ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
สมมติฐาน	2
ขอบเขตของการดำเนินงาน	2
ตัวแปรที่ศึกษา	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง	
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Techniques)	4
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา (Classical Decomposition Method)	6
เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	9
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	9
ขั้นตอนการดำเนินงาน	10
กรอบแนวคิดของการศึกษา	11
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
ผลการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองการพยากรณ์	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เปรียบเทียบความแม่นยำ	14
ผลจากการเปรียบเทียบตัวแบบจำลองการพยากรณ์	15
การพยากรณ์ล่วงหน้า	16
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการศึกษา	17
อภิปรายผล	18
ข้อเสนอแนะ	18
บรรณานุกรม	19
ภาคผนวก	20

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 3.1 กราฟแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566	9
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566	14
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2567 โดยใช้ ตัวแบบExponential smoothing แบบ Brown's linear trend ในการพยากรณ์	16

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 3.1 กราฟแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566	10
ภาพที่ 3.2 แสดงกรอบแนวคิดของการศึกษา	11
ภาพที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบและค่าจริง ตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566	14
ภาพที่ 4.2 กราฟแบบขยายข้อมูลเปรียบเทียบแบบจำลอง การพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบและค่าจริงตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566	15
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลการพยากรณ์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยว ภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2567 โดยใช้ตัวแบบ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ในการพยากรณ์	16

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุตสาหกรรมท่องเที่ยวก่อให้เกิดผลประโยชน์ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า อุตสาหกรรมท่องเที่ยวสามารถทำได้ให้ประเทศ เป็นลำดับต้น ๆ คิดเป็น 13% ของค่า GDP อ้างอิงสำนักข่าวไทยโพสต์, (2567) อีกทั้งการท่องเที่ยวยังเป็นกลไกสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างมนุษย์ด้วยกัน นำมาซึ่งการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมและความเจริญก้าวหน้าของบ้านเมืองการปรับประยุกต์ความเจริญต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการบ้านเมืองของตนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชน เกิดการหมุนเวียนในกระแสเศรษฐกิจและสังคม

อุทัยธานีเป็นจังหวัดที่มีการท่องเที่ยวในเชิงวัฒนธรรมและธรรมชาติหลายแห่งที่ส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนของระบบเศรษฐกิจภายในจังหวัด แต่ทั้งนี้จังหวัดอุทัยธานียังไม่มีการส่งเสริมหรือพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวให้เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวทั่วไปเท่าที่ควร เนื่องจากมีแต่ผู้คนที่อาศัยอยู่ภายในจังหวัดเท่านั้นที่จะรู้จักสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดอุทัยธานี โดยปกติจังหวัดอุทัยธานีจะจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในวันสำคัญที่ทำให้เกิดความน่าสนใจและดึงดูดนักท่องเที่ยวที่ต้องการมาเยี่ยมชมหรือเข้าร่วมกิจกรรมที่จัดขึ้นในจังหวัดอุทัยธานีมากขึ้นและทำให้เศรษฐกิจภายในจังหวัดเกิดการหมุนเวียนได้มากขึ้น

จากความสำคัญข้างต้นทำให้ผู้จัดทำเกิดความสนใจที่จะศึกษาในเรื่องของการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาภายในจังหวัดอุทัยธานีในอนาคต เพื่อนำไปสู่ศักยภาพของการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต เช่น การจัดงานนิทรรศการที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของจังหวัดอุทัยธานีให้นักท่องเที่ยวได้เห็นและถือว่าการเชิญชวนให้นักท่องเที่ยวเข้ามาเที่ยวในจังหวัดอุทัยธานีมากยิ่งขึ้น จึงนำมาสู่การใช้ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์มาเป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ อย่างไรก็ตามในการใช้ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์เป็นการเก็บข้อมูลและแบ่งชุดข้อมูลเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 จะเปรียบเทียบถึงการพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยวิธี Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend, Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend, Exponential smoothing แบบ Damped trend, Exponential smoothing แบบ Simple และวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ และข้อมูลชุดที่ 2 จะเป็นนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของค่าการพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดจาก 1 ใน 5 ตัวแบบจำลองการพยากรณ์

1.2.2 เพื่อสร้างตัวแบบจำลองการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในภาคของจังหวัดอุทัยธานี

1.3 สมมติฐาน

จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีคาดว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และการใช้ตัวแบบการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี

1.4 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1.4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา คือ ข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนของจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึง ธันวาคม 2566 รวมทั้งสิ้น 48 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึง มิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน เพื่อใช้ในการหาตัวแบบที่เหมาะสม และข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึง ธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) สำนักงานจังหวัดอุทัยธานี

1.4.2 วิธีการของการพยากรณ์ที่ใช้ในการหาตัวแบบของการศึกษาในครั้งนี้มีทั้งหมด 5 ตัวแบบ ได้แก่ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend, Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend, Exponential smoothing แบบ Damped trend, Exponential smoothing แบบ Simple และวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ

1.4.3 ใช้วิธีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว 2 วิธี คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAPE) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD) อ้างอิงของมหาวิทยาลัยสวนสุนันทา, (2563)

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.1 ตัวแปรต้น คือ จำนวนนักท่องเที่ยว

1.5.2 ตัวแปรตาม คือ ตัวแบบจำลองการพยากรณ์

1.5.3 ตัวแปรควบคุม คือ พื้นที่ที่ศึกษา (จังหวัดอุทัยธานี)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 นักท่องเที่ยว หมายถึง บุคคลที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี เพื่อความเพลิดเพลินและด้วยวัตถุประสงค์อื่นไม่ใช่เพื่อไปประกอบอาชีพหรือหารายได้ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ นักทัศนาจร คือ ผู้ที่ไม่ได้เข้ามาพักค้างคืน และผู้เยี่ยมเยือน คือ ผู้ที่เข้าพักค้างคืน ภายในจังหวัดอุทัยธานี

1.6.2 การพยากรณ์ หมายถึง การคาดเดาหรือคาดการณ์เหตุการณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวเป็นกาลชั่วคราวภายในจังหวัดอุทัยธานีในอนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น โดยศึกษาจากข้อมูลจากปี 2563 ถึงปี 2566

1.6.3 ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้คณิตศาสตร์มาพิสูจน์และอธิบายพฤติกรรมจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าของข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาภายใน จังหวัดอุทัยธานีในระบบที่จำลองขึ้นซึ่งอยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์ สมการ นิพจน์ ตาราง สถานการณ์จำลอง หรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายใน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี และการเปรียบเทียบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในอนาคต คณะผู้จัดทำจึงศึกษาข้อมูลเอกสารและงานวิจัยดังนี้

- 2.1 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Techniques)
- 2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา (Classical Decomposition Method)
- 2.3 เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบ (Smoothing Techniques)

2.1.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธี Exponential smoothing แบบ Brown's

Linear trend

$$F_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right]$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	m	คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า
	t	คือ ช่วงเวลา
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$

หาค่า a_t ได้จากสมการ

$$a_t = \alpha F_t + (1 - \alpha) a_{t-1}$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$

หาค่า b_t ได้จากสมการ

$$b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1 - \alpha)b_{t-1}$$

โดยที่	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบโดยที่ $0 < \alpha < 1$

2.1.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธี Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m)$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	m	คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า
	t	คือ ช่วงเวลา

หาค่า a_t ได้จากสมการ

$$a_t = \alpha F_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$

หาค่า b_t ได้จากสมการ

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

โดยที่	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	γ	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบโดยที่ $0 < \gamma < 1$

2.1.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธี Exponential smoothing แบบ Damped trend

$$F_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	m	คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า
	ϕ	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \phi < 1$

หาค่า a_t ได้จากสมการ

$$a_t = \alpha F_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$
	ϕ	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \phi < 1$

หาค่า b_t ได้จากสมการ

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)\phi b_{t-1}$$

โดยที่	b_t	คือ ค่าความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t
	a_t	คือ ค่าระยะตัดแกน Y
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$
	ϕ	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบ โดยที่ $0 < \phi < 1$

2.1.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธี Exponential smoothing แบบ Simple

$$F_{t+m} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน
	Y_t	คือ ค่าที่สังเกตได้ของอนุกรมในช่วง t
	m	คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า
	t	คือ ช่วงเวลา
	α	คือ ค่าคงตัวปรับเรียบโดยที่ $0 < \alpha < 1$

2.2 การแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา (Classical Decomposition Method)

อนุกรมเวลาเหมาะสำหรับแบบแผนการเคลื่อนไหวในอนาคตไม่ต่างจากแผนแบบของการเคลื่อนไหวในอดีต ซึ่งการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ แนวโน้ม (T) ฤดูกาล (S) วัฏจักร (C) และเหตุการณ์ผิดปกติ (I)

2.2.1 การแยกองค์ประกอบแบบการคูณ (Multiplicative Decomposition)

การพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ เนื่องมาจากมีผลกระทบจากเหตุการณ์โควิด-19 และการพยากรณ์ในครั้งนี้เป็นการพยากรณ์ระยะสั้นจึงไม่มีผลกระทบของวัฏจักรจึงใช้เพียง T S และ I ในการพยากรณ์

$$F_{t+m} = T_t \times S_t \times I_t$$

โดยที่	F_t	คือ พยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	T_t	คือ ประเมินของแนวโน้ม
	S_t	คือ ประเมินของการแปรผันตามฤดูกาล
	I_t	คือ เหตุการณ์ผิดปกติ (โควิด-19)
	m	คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

2.3 เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

2.3.1 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) เป็นเทคนิคที่วัดความแม่นยำโดยแก้ปัญหาเทคนิคค่าเฉลี่ยความผิดพลาด โดยพิจารณาช่วงเวลาพยากรณ์กับช่วงเวลาปัจจุบันจริงโดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - F_i|}{n}$$

โดยที่	X_i	แทนค่าของข้อมูลจริง
	F_i	แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	n	แทนจำนวนข้อมูล

2.3.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นเทคนิควัดความแม่นยำโดยคำนวณร้อยละความผิดพลาดในการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย โดยค่าที่ได้ต่ำแสดงว่าตัวแบบนั้นแม่นยำ

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{\left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right| \times 100}{n}$$

โดยที่	X_i	แทนค่าของข้อมูลจริง
	F_i	แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	n	แทนจำนวนข้อมูล

จากการศึกษาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 5 แบบโดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 ในการพยากรณ์ จากนั้นจึงนำข้อมูลชุดที่ 2 ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAD และ MAPE ที่มีค่าต่ำที่สุด จะถือว่าตัวแบบจำลองการพยากรณ์นั้นเหมาะสมที่สุด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายภณพล อเนกคุณวุฒ (2563) การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทย และเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์สำหรับนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติซึ่งถูกบันทึกเป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่ มกราคม 2556 ถึง ตุลาคม 2562 รูปแบบการพยากรณ์ที่นำมาใช้ได้แก่ รูปแบบ SARIMA, ตรรกะมิติตามฤดูกาลการแปลงบ็อกซ์-ค็อกซ์, (TBATS) และโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) จากนั้น วัดผลความแม่นยำโดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแบบสมบูรณ์ (MAPE) ผลการศึกษาพบว่า SARIMA เป็นวิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2564) ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาล ด้วยวิธีการทางสถิติ 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของ Holt's วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของ Brown's วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบ Damped วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์ แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ โดยใช้ปริมาณการส่งออกน้ำตาลเฉลี่ยรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่ มกราคม 2554 ถึง พฤศจิกายน 2563 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของ Brown's

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี เพื่อสร้างตัวแบบ การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอนาคตของจังหวัดอุทัยธานี โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics for Window เวอร์ชัน 25 และโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมีวิธีดำเนินงานดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 โปรแกรม Microsoft Excel

3.1.2 โปรแกรม IBM SPSS Statistics for Window เวอร์ชัน 25

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลรายเดือนของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาภายในจังหวัดอุทัยธานีตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึงธันวาคม 2566 รวมทั้งสิ้น 48 เดือน โดยใช้ข้อมูลจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงาน จังหวัดอุทัยธานี

ตาราง 3.1 กราฟแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566

เดือน	ปี				เดือน	ปี			
	2563	2564	2565	2566		2563	2564	2565	2566
	จำนวนนักท่องเที่ยว					จำนวนนักท่องเที่ยว			
มกราคม	83,459	27,870	47,746	47,746	กรกฎาคม	37,828	2,109	85,814	85,814
กุมภาพันธ์	73,017	0	47,652	47,652	สิงหาคม	34,667	2,279	82,070	82,070
มีนาคม	26,916	53,332	54,091	54,091	กันยายน	37,596	2,630	80,237	80,237
เมษายน	0	61,633	80,632	80,632	ตุลาคม	52,004	4,910	79,095	79,095
พฤษภาคม	1,117	2,668	76,769	76,769	พฤศจิกายน	66,466	33,303	86,925	86,925
มิถุนายน	14,232	0	75,579	75,579	ธันวาคม	53,344	46,752	95,097	95,097



ภาพที่ 3.1 กราฟแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนของจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีตั้งแต่มกราคม 2563 ถึงธันวาคม 2566 รวม ทั้งสิ้น 48 เดือน

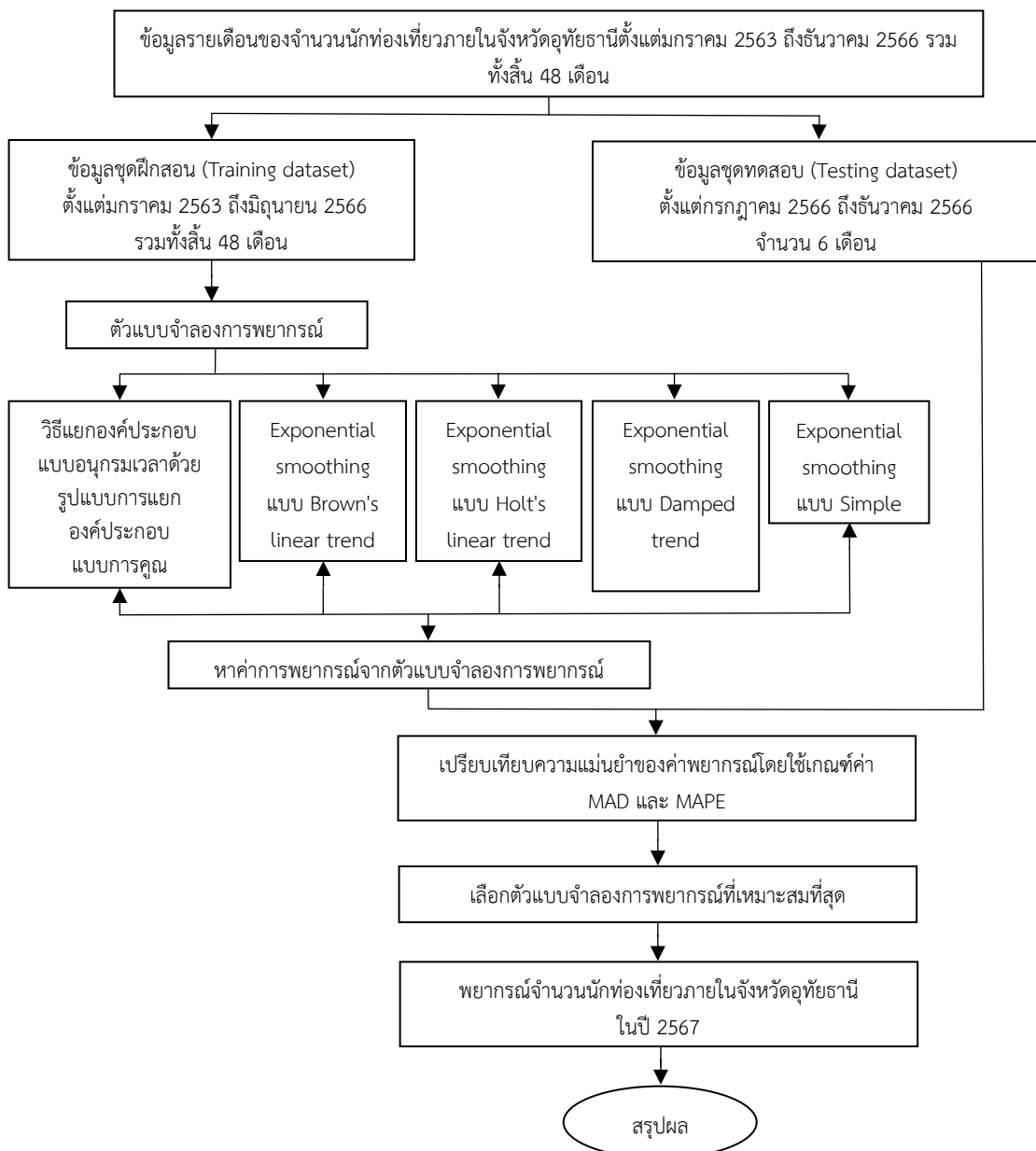
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่มกราคม 2563 ถึงมิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน เพื่อใช้ในการหาตัวแบบที่เหมาะสม และข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลจากการท่องเที่ยวประเทศไทย (ททท.) สำนักงานจังหวัดอุทัยธานีสำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์

3.3.3 หาค่าการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ของการศึกษารุ่นนี้ในการหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจาก 5 ตัวแบบ ดังนี้ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend, Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend, Exponential smoothing แบบ Damped trend, Exponential smoothing แบบ Simple และวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ

3.3.4 ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบจำลอง พิจารณาได้จากตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าต่ำที่สุด จะบ่งบอกว่าตัวแบบพยากรณ์นั้นมีแนวโน้มใกล้เคียงค่าความจริงที่สุด

3.3.5 นำตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจาก 5 ตัวแบบที่ได้จากการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAPE) มาพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2567

3.4 กรอบแนวคิดของการศึกษา



ภาพที่ 3.2 แสดงกรอบแนวคิดของการศึกษา

บทที่ 4

ผลการศึกษา

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดจาก 1 ใน 5 ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ และเพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอนาคตของจังหวัดอุทัยธานี โดยมีผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองการพยากรณ์

4.1.1 การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ข้อมูลจากตารางที่ 3.1 พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2566 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึงมิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน เพื่อใช้ในการหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม นำข้อมูลมาวิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ต่อมาจึงหาค่าคงตัวในการปรับให้เรียบ α โดยได้ α เท่ากับ 0.529 มีตัวแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = (0.529)F_t + (1 - 0.529)a_{t-1} + 0.529(a_t - a_{t-1}) + (1 - 0.529)b_{t-1} \left[(m - 1) + \frac{1}{0.529} \right]$$

นำข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

4.1.2 การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend ข้อมูลจากตารางที่ 3.1 พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2566 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึงมิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน เพื่อใช้ในการหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม นำข้อมูลมาวิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Holt's linear trend ต่อมาจึงหาค่าคงตัวในการปรับให้เรียบ ได้แก่ α และ γ โดยได้ α เท่ากับ 1.000 และ γ เท่ากับ 0.001 มีตัวแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = (1.000)F_t + (1 - 1.000)(a_{t-1} + b_{t-1}) + 0.001(a_t - a_{t-1}) + (1 - 0.001)b_{t-1}(m)$$

นำข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

4.1.3 การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing

แบบ Damped trend ข้อมูลจากตารางที่ 3.1 พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2566 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึงมิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน ใช้หาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม นำข้อมูลมาวิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Damped's trend ต่อมาจึงหาค่าคงตัวในการปรับให้เรียบ ได้แก่ α , γ และ ϕ โดยได้ α เท่ากับ 1.000, γ เท่ากับ 0.999 และ ϕ เท่ากับ 0.100 ได้ตัวแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = (1.000)F_t + (1 - 1.000)(a_{t-1} + (0.100)b_{t-1}) + 0.999(a_t - a_{t-1}) + (1 - 0.999)(0.100)b_{t-1} \sum_{i=1}^m (0.100)^i$$

นำข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

4.1.4 การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Simple

ข้อมูลจากตารางที่ 3.1 พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2566 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึงมิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน เพื่อใช้ในการหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม นำข้อมูลมาวิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Simple ต่อมาจึงหาค่าคงตัวในการปรับให้เรียบ α โดยได้ α เท่ากับ 1.000 ได้ตัวแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = (1.000)Y_t + (1 - \alpha)F_t$$

นำข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

4.1.5 การพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์การแยกองค์ประกอบแบบอนุกรม

เวลาแบบการคูณ ข้อมูลจากตารางที่ 3.1 พบว่าการพยากรณ์ด้วยตัวแบบจำลองการพยากรณ์การแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลาแบบการคูณ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน (Training dataset) ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึงมิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน เพื่อใช้ในการหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม และข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน นำข้อมูลจำนวน 42 เดือนมาใช้เทคนิคการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ ได้ตัวแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = T_t \times S_t \times I_t$$

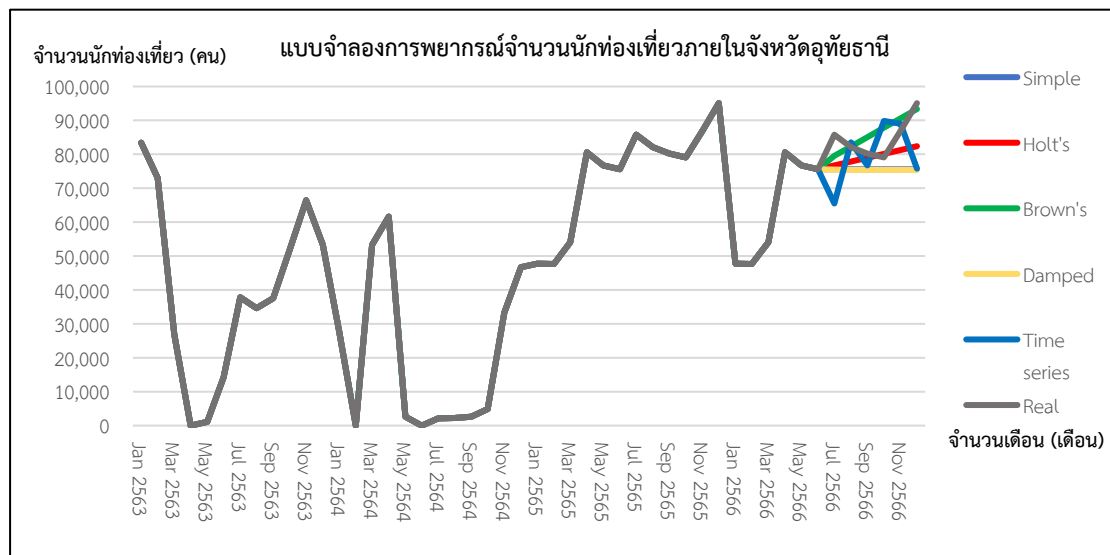
นำข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

4.2 เปรียบเทียบความแม่นยำ

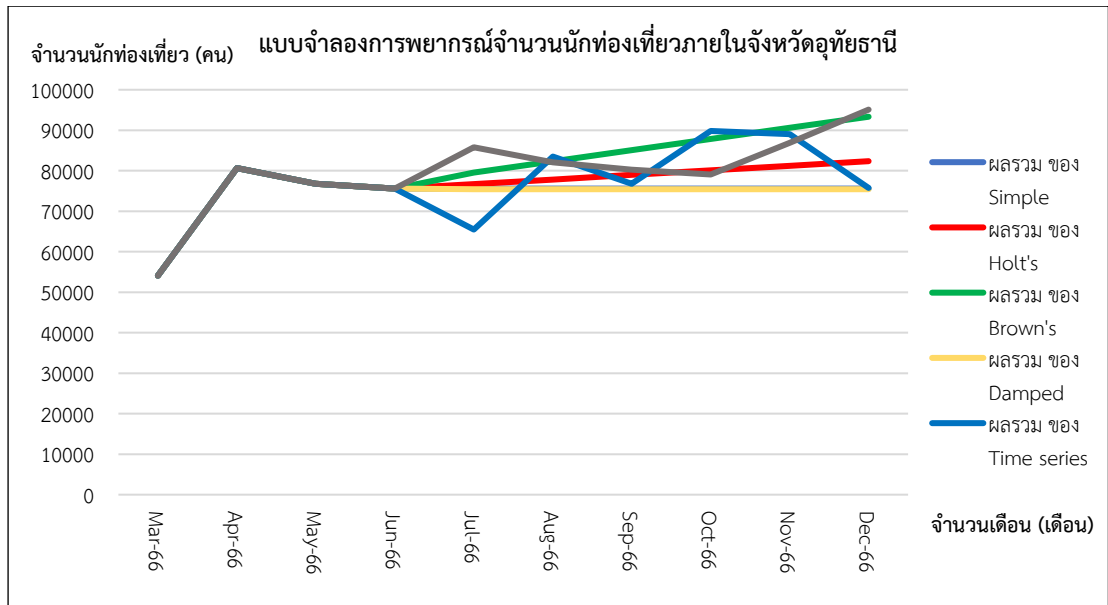
นำข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ (Testing dataset) ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566

เดือน	ค่าจริง (ข้อมูลชุดที่ 2)	ค่าพยากรณ์ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน				
		Smoothing Techniques ด้วยวิธี Exponential smoothing				Classical Decomposition Method
		Brown's linear trend	Damped trend	Simple	Holt's linear trend	(Multiplicative Decomposition)
กรกฎาคม	85,814	79,571	75,460	75,579	76,709	65,508
สิงหาคม	82,070	82,324	75,448	75,579	77,840	83,531
กันยายน	80,237	85,077	75,447	75,579	78,970	76,771
ตุลาคม	79,095	87,830	75,447	75,579	80,100	89,822
พฤศจิกายน	86,925	90,583	75,447	75,579	81,231	89,022
ธันวาคม	95,097	93,337	75,447	75,579	82,361	75,743
MAD		4,248.333	9,423.667	9,294	5,672.833	9,568.612
MAPE (%)		5.119	10.763	10.610	6.426	11.015



ภาพที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบตัวแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบและค่าจริง ตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566



ภาพที่ 4.2 กราฟแบบขยายข้อมูลเปรียบเทียบตัวแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบ และค่าจริง ตั้งแต่ปี 2563 ถึง 2566

4.3 ผลจากการเปรียบเทียบตัวแบบจำลองการพยากรณ์

จากผลการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบที่ใช้เกณฑ์ทั้งหมด 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAPE) พิจารณาจากตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าต่ำที่สุดจะบ่งบอกว่าตัวแบบการพยากรณ์นั้นมีแนวโน้มใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุดจากการศึกษาตารางที่ 4.1 ข้างต้น พบว่าตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์(MAPE) ต่ำที่สุด คือ 4248.333 และ 5.119% ตามลำดับ มีสมการดังนี้

$$F_{t+m} = (0.529)F_t + (1 - 0.529)a_{t-1} + 0.529(a_t - a_{t-1}) + (1 - 0.529)b_{t-1} \left[(m - 1) + \frac{1}{0.529} \right]$$

4.4 การพยากรณ์ล่วงหน้า

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีล่วงหน้า 12 เดือน ในปี 2567 จากการพิจารณาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสมบูรณ์ (MAPE) ต่ำที่สุด จากการศึกษพบว่าตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend มีค่าต่ำที่สุด คือ 4248.333 และ 5.119 % ตามลำดับ จึงเป็น 1 ใน 5 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ได้ผลการพยากรณ์ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่กรกฎาคม 2566 ถึงธันวาคม 2567 โดยใช้ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ในการพยากรณ์

เดือน	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์ ด้วย ตัวแบบจำลอง Brown's linear trend	เดือน	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์ ด้วย ตัวแบบจำลอง Brown's linear trend
กรกฎาคม 2566	85,814	85,814	เมษายน 2567		104,349
สิงหาคม 2566	82,070	82,070	พฤษภาคม 2567		107,102
กันยายน 2566	80,237	80,237	มิถุนายน 2567		109,856
ตุลาคม 2566	79,095	79,095	กรกฎาคม 2567		112,609
พฤศจิกายน 2566	86,925	86,925	สิงหาคม 2567		115,362
ธันวาคม 2566	95,097	95,097	กันยายน 2567		118,115
มกราคม 2567		96,090	ตุลาคม 2567		120,868
กุมภาพันธ์ 2567		98,843	พฤศจิกายน 2567		123,621
มีนาคม 2567		101,596	ธันวาคม 2567		126,375



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลการพยากรณ์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีในปี 2563 ถึงปี 2567 โดยใช้ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ในการพยากรณ์

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดจาก 1 ใน 5 ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ เพื่อสร้างตัวแบบ การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอนาคตของจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีเพื่อเปรียบเทียบ ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลรายเดือน ของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเยี่ยมเยือนภายในจังหวัดอุทัยธานี ตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึง ธันวาคม 2566 รวมทั้งสิ้น 48 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลชุดฝึกสอน โดยตั้งแต่ มกราคม 2563 ถึง มิถุนายน 2566 จำนวน 42 เดือน และข้อมูล ชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดทดสอบ ตั้งแต่ กรกฎาคม 2566 ถึง ธันวาคม 2566 จำนวน 6 เดือน และเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของ ค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ทั้งหมด 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) และค่าเฉลี่ยความผิดพลาด สมบูรณ์ (MAD) ซึ่งค่าที่ต่ำที่สุดจะถือว่า ตัวแบบจำลองการพยากรณ์นั้นมีความเหมาะสมแก่ การพยากรณ์ในอนาคตมากที่สุด จากการศึกษพบว่าตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสม กับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี คือ ตัวแบบ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend เป็น ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจาก 1 ใน 5 ตัว แบบจำลองการพยากรณ์ ซึ่งนำมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในจังหวัดอุทัยธานี ในปี 2567 พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าการใช้ตัวแบบ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานีจะเหมาะสมมากกว่าการใช้ตัวแบบ ทั้ง 4 แบบที่เหลือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วรางคณา เรียนสุทธิ, (2564) ที่กล่าวว่าตัวแบบจำลองการพยากรณ์ของวิธีการ Exponential smoothing แบบ Brown's linear trend มีความแม่นยำที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE ต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ย MAD และค่าเฉลี่ย MAPE ที่ต่ำที่สุดของตัวแบบจะถือว่าตัวแบบนั้นมีความแม่นยำ และจากการนำข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวภายในจังหวัดอุทัยธานี โดยใช้ข้อมูลจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานจังหวัดอุทัยธานี มาวิเคราะห์จะมีความคลาดเคลื่อนสูงในช่วงต้นปีแรก เนื่องจากเกิดเหตุการณ์โรคระบาดโควิด-19 ทำให้เกิดการผันผวนของจำนวนนักท่องเที่ยวที่ไม่คงที่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลการพยากรณ์ของตัวแบบในภาพรวม

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในจังหวัดอุทัยธานีควรนำข้อมูลของนักท่องเที่ยวเข้ามาสร้างตัวแบบจำลองและควรเพิ่มข้อมูลที่มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

5.3.2 การสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปต่อยอดการพยากรณ์ในมิติอื่น ๆ ของเศรษฐกิจ

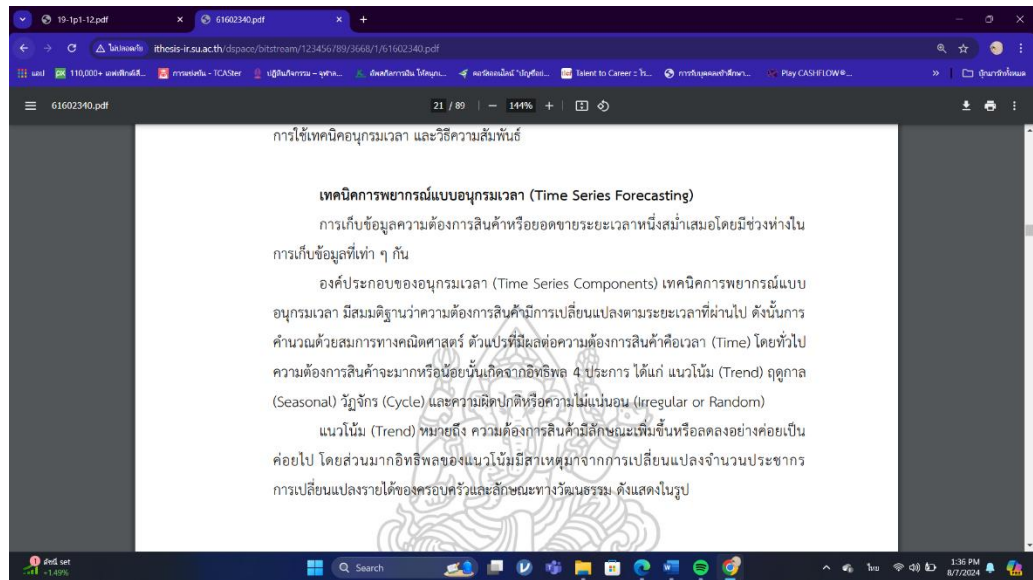
บรรณานุกรม

- ชิดชนก ศรีเมือง. (2561). พฤติกรรมและความคาดหวังของนักท่องเที่ยวในการท่องเที่ยว. สืบค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2567. จาก https://bu-mba.rmutk.ac.th/wp-content/uploads/2019/12/Chichanok_2018.pdf
- ฉันทย์ชนก จันทร์หอม. (2564). การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา เพื่อกำหนดการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด. สืบค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2567. จาก <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3668/1/61602340.pdf>
- นพรัตน์ ทรงสายชล และคณะ. (2564). ความคิดเห็นและความต้องการของนักท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม. สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2567. จาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TNSUJournal/article/download/244308/173417/928947>
- ปวีร์ ศรีตุลยพินิจ. (2565). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวเข้าประเทศไทย ผ่านด้านชายแดน. สืบค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2567. จาก <https://postgrads.mfu.ac.th/wp-content/uploads/2022/12/5751203266-MBA.pdf>
- พิชญนันท์ นภาพรจินดาพัชร. (2561). พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีความตั้งใจเดินทางมาท่องเที่ยวในอำเภอหัวหิน. สืบค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2567. จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/scibru/article/download/242108/164372/>
- ภณพล อเนกคุณวุฒิ. (2563). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่มาประเทศไทยโดยใช้อนุกรมเวลาและโครงข่ายประสาท. สืบค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2567. จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/3829/>
- สุกัญญา อินทสร. (2556). การบริหารบรรจุภัณฑ์คงคลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานกรณีศึกษาเสียงสระเฮงอินเตอร์เนชั่นแนลรับเบอร์จำกัด. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2567. จาก <https://searchlib.utcc.ac.th/library/onlinethesis/264249.pdf>
- โสธยา สอนภู, วชิราลักษณ์ โอสรรัมย์ ยุวดี พวงกระโทก. (2560). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว. สืบค้นเมื่อ 21 พฤษภาคม 2567. จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/scibru/article/view/242108>
- วรางคณา เรียนสุทธิ. (2564). ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลด้วยวิธีการทางสถิติ. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2567. จาก <https://sciencejournal.pbru.ac.th/phocadownloadpap/19-1/19-1p1-12.pdf>
- รักษ์ วรภิจโนคาทร. (2567). แปลงร่างธุรกิจสายท่องเที่ยวด้วยกรีน. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2567. จาก <https://www.thaipost.net/economy-news/608684/>

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและขั้นตอนดำเนินงาน



No.	Forecasting Methods	Forecasting Model	Time Series Characteristics
1	Box-Jenkins ⁶⁾	$SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$; $\hat{\phi}_p(B)\hat{\phi}_q(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D\hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)\hat{\theta}_D(B^s)e_t$	Trend and Seasonal
2	Holt ⁸⁾	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m)$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$	Trend
3	Brown ⁷⁾	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t\left[(m-1) + \frac{1}{\alpha}\right]$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$	Trend
4	Damped ⁸⁾	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$	Trend
5	Simple Seasonal ⁷⁾	$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t$ where $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$	Seasonal
6	Winters' Additive ⁷⁾	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_t$ where $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$	Trend and Seasonal

ภาพที่ 1 ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบ



ภาพที่ 2 สัมภาษณ์ นายสัมพันธ์ สุภาภักดิ์
ผู้อำนวยการการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานอุทัยธานี
เกี่ยวกับข้อมูลเศรษฐกิจการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนนักท่องเที่ยว
ภายในจังหวัดอุทัยธานี



SPSS Statistics for Windows

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Extensions Window Help

11 - Predicted_V1_Mod... 53443.99331772356 Variable: 8 of 8 Variables

	V1	YEAR	MONTH	DATE	Predicted_V1_Mod at_1	Predicted_V1_Mod at_1_A	Predicted_V1_Mod at_1_B	Predicted_V1_Mod at_1_C	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	83459	2563	1	JAN 2563	83458	83459	50047	84359									
2	73017	2563	2	FEB 2563	83459	84754	67321	83356									
3	26916	2563	3	MAR 2563	73016	71391	64617	71973									
4	0	2563	4	APR 2563	26916	28158	17676	22108									
5	1117	2563	5	MAY 2563	1	1216	-18723	-2691									
6	14232	2563	6	JUN 2563	1117	2331	-20342	1228									
7	37828	2563	7	JUL 2563	14231	16496	-810	16543									
8	34607	2563	8	AUG 2563	37827	39073	32706	40186									
9	37696	2563	9	SEP 2563	34607	36909	38224	34351									
10	62004	2563	10	OCT 2563	37696	38839	41661	37889									
11	66466	2563	11	NOV 2563	62003	63059	66430	53443									
12	83344	2563	12	DEC 2563	66465	67723	71795	67912									
13	27870	2564	1	JAN 2564	83343	84699	61703	52023									
14	0	2564	2	FEB 2564	27871	29190	29726	26324									
15	63332	2564	3	MAR 2564	1	1203	-7381	-2786									
16	61633	2564	4	APR 2564	63329	64581	42988	58682									
17	2698	2564	5	MAY 2564	61633	62990	66769	62463									
18	0	2564	6	JUN 2564	2697	3871	7269	-3226									
19	2109	2564	7	JUL 2564	1	1188	8817	-268									
20	2279	2564	8	AUG 2564	2109	3388	-8620	2328									
21	2630	2564	9	SEP 2564	2279	3477	-6170	2296									
22	4910	2564	10	OCT 2564	2630	3827	-1548	2665									
23	33303	2564	11	NOV 2564	4910	6100	2462	6126									
24	85752	2564	12	DEC 2564	33302	34526	34176	36141									
25	47746	2565	1	JAN 2565	85751	87886	66186	48857									
26	43075	2565	2	FEB 2565	47745	48996	63216	47847									

ภาพที่ 3 การนำข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวปี 2563 ถึง 2566
เข้าโปรแกรม IBM SPSS Statistics for Window เวอร์ชัน 25
เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบ

Real Real Real Mape Exponential smoothing - Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
33	75,579	76769	1190	1.5745114		75,579	77914	2335	3.08948		75,579	87426	11847	15.675		75,579	76383	804	1.0637876
34	85,814	75579	10235	11.926958		85,814	76722	9092	10.595		85,814	83196	2618	3.05078		85,814	75460	10354	12.06563
35	82,070	85814	3744	4.5619593		82,070	86965	4895	5.96442		82,070	90960	8890	10.8322		82,070	86837	4767	5.8084562
36	80,237	82070	1833	2.2844822		80,237	83217	2980	3.714		80,237	87274	7037	8.77027		80,237	81696	1459	1.8183631
37	79,095	80237	1142	1.4438334		79,095	81381	2286	2.8902		79,095	83059	3964	5.01169		79,095	80054	959	1.212466
38	86,925	79095	7830	9.0077653		86,925	80237	6688	7.69399		86,925	80125	6800	7.82284		86,925	78981	7944	9.1389129
39	95,097	86925	8172	8.593331		95,097	88073	7024	7.38614		95,097	87476	7621	8.01392		95,097	87708	7389	7.7699612
40	47,746	95097	47351	99.172706		47,746	96252	48506	101.592		47,746	97602	49856	104.419		47,746	95914	48168	100.88384
41	47,652	47748	96	0.2014606		47,652	48856	1204	2.52665		47,652	49013	1361	2.85612		47,652	43013	4639	9.7351633
42	54,091	47652	6439	11.904014		54,091	48760	5331	9.85561		54,091	37795	16296	30.127		54,091	47642	6449	11.922501
43	80,632	54091	26541	32.916212		80,632	55204	25428	31.5359		80,632	44889	35743	44.3286		80,632	54735	25897	32.117522
44	76,769	80631	3862	5.0306764		76,769	81769	5000	6.51305		76,769	77138	369	0.48066		76,769	83285	6516	8.4878011
45	75,579	76769	1190	1.5745114		75,579	77902	2323	3.07361		75,579	81171	5592	7.39888		75,579	76383	804	1.0637876
46	85,814	75579	10235	11.926958		85,814	76709	9105	10.6102		85,814	79571	6243	7.27504		85,814	75460	10354	12.06563
47	82,070	75579	6491	7.909102		82,070	77840	4230	5.15414		82,070	82324	254	0.30949		82,070	75448	6622	8.0687218
48	80,237	75579	4658	5.8053018		80,237	78970	1267	1.57907		80,237	85077	4840	6.03213		80,237	75447	4790	5.9698144
49	79,095	75579	3516	4.4452873		79,095	80100	1005	1.27062		79,095	87830	8735	11.0437		79,095	75447	3648	4.6121752
50	86,925	75579	11346	13.052632		86,925	81231	5694	6.55047		86,925	90583	3658	4.20823		86,925	75447	11478	13.204487
51	95,097	75579	19518	20.524307		95,097	82361	12736	13.3926		95,097	93337	1760	1.85074		95,097	75447	19650	20.663112
52																			
53	Mape			10.610598					6.42618					5.11988					10.76399
54	Mad			9294.0000					5672.83					4248.33					9423.6667
55																			
56																			
57																			
58																			

Real Real Real Mape Exponential smoothing - Excel

ไฟล์

หน้าแรก

การคำนวณ

การส่งข้อมูล

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

การคำนวณ

ภาพที่ 4 นำตัวแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 5 ตัวแบบ มาใช้ในการ
หาค่าเฉลี่ย MAD และค่าเฉลี่ย MAPE ในโปรแกรมโปรแกรม Microsoft Excel
เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์