บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์คือ วิธีการตรวจสอบผลรวมสะสมอย่างง่าย วิธีการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ วิธีการตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเอง และวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง โดยศึกษาจำนวนคาบเวลาที่ต้องใช้ในการตรวจสอบ โดยเฉลี่ย (ARL) ของวิธีการตรวจสอบทั้ง 4 วิธีดังกล่าว เมื่อความแปรปรวนของ MAD และ MSE มีค่าคงที่โดยไม่ปรับค่าตามข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดสอบ และความแปรปรวนของ MAD และ MSE มีค่าไม่คงที่โดยปรับค่าตามข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดสอบ โดยสนใจศึกษาเมื่อคาบเวลาเริ่มต้น ℓ = 20 40 60 100 ค่าคงที่ที่ใช้ในสูตรพยากรณ์ (α) = 0.1 0.2 0.3 และค่าคงที่ที่ใช้ในตัวสถิติทดสอบ (γ) = 0.05 0.1 α

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 370/3010 ใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN) เพื่อสร้างข้อมูลให้มีลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองทั้งหมด 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลสรุปจากการวิจัยครั้งนี้จำแนกเป็น 2 กรณี ดังนี้

5.1.1 ผลสรุปภายใต้ค่าความแปรปรวน MAD และ MSE มีค่าไม่คงที่โดยปรับค่าตามข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดสอบ

จากการทดลองหาจำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้ในการตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ARL) ของการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมอย่างง่าย การตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ การตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเอง ซึ่งเมื่อนำค่า ARL ของแต่ละวิธีการตรวจสอบมาเปรียบเทียบกันในแต่ละกรณีที่ศึกษา จะจำแนกผลสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อระดับ $\alpha = 0.1$ วิธีการตรวจล่อบแบบล่หลัมพันธ์ในตัวเอง จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด และวิธีการตรวจล่อบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ วิธีการตรวจล่อบแบบผลรวมล่ะล่มอย่างง่ายจะมีประสิทธิภาพรองลงมาตามลำดับ

2. เมื่อระดับ $\alpha = 0.2$ 0.3 และ $\gamma = 0.05$ วิธีการตรวจล่อบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบจะมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่น เมื่อระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปน้อย (น้อยกว่า 1.5) แต่ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปมาก (มากกว่าหรือเท่ากับ 1.5) วิธีการตรวจล่อบแบบล่หลัมพันธ์ในตัวเองจะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่น

3. เมื่อระดับ $\alpha = 0.2$ และ $\gamma = 0.1$ 0.2 ผลการเปรียบเทียบแยกเป็นแต่ละกรณีได้ดังนี้

- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 0.5 วิธีการตรวจล่อบแบบผลรวมล่ะล่มอย่างง่ายจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 1.0 วิธีการตรวจล่อบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปมาก วิธีการตรวจล่อบแบบล่หลัมพันธ์ในตัวเองจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4. เมื่อระดับ $\alpha = 0.3$ และ $\gamma = 0.1$ ผลการเปรียบเทียบแยกเป็นแต่ละกรณีได้ดังนี้

- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 0.5 วิธีการตรวจล่อบแบบผลรวมล่ะล่มอย่างง่ายจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 1.0 และ 1.5 วิธีการตรวจล่อบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 2.0 2.5 และ 3.0 วิธีการตรวจล่อบแบบล่หลัมพันธ์ในตัวเองจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

5. เมื่อระดับ α = 0.3 และ γ = 0.3 ผลการเปรียบเทียบแยกเป็นแต่ละกรณีได้ดังนี้

- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 0.5 1.0 และ 1.5 วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมอย่างง่ายจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 2.0 วิธีการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

- ถ้าระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 2.5 และ 3.0 วิธีการตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเองจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

5.1.2 ผลสรุปภายใต้ค่าความแปรปรวน MAD และ MSE มีค่าคงที่โดยไม่ปรับค่าตามข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดสอบ

จากการทดลองหาจำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้ในการตรวจสอบโดยเฉลี่ยของการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมอย่างง่าย การตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ การตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเอง และการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง ซึ่งเมื่อนำค่า ARL ของแต่ละวิธีการตรวจสอบมาเปรียบเทียบกันในแต่ละกรณีที่ศึกษา จะจำแนกผลสรุปได้ดังนี้

1. วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลังมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่น ๆ ในทุกกรณี

2. เมื่อระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปมาก วิธีการตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเองจะมีประสิทธิภาพรองจากวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง ในทุกกรณีของค่า α และ γ

3. เมื่อ $\gamma = \alpha$ = 0.1 วิธีการตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเองจะมีประสิทธิภาพรองจากวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง เมื่อระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปน้อย

4. เมื่อ $\gamma = \alpha = 0.2$ วิธีการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบจะมีประสิทธิภาพรองจากวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง เมื่อระดับแนวโน้มของตัวแปรแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปน้อย

5. เมื่อ $\gamma = \alpha = 0.3$ วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมอย่างง่ายจะมีประสิทธิภาพรองจากวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง เมื่อระดับแนวโน้มของตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเปลี่ยนแปลงไปน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้เสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

ในกรณีที่ค่าความแปรปรวน MAD และ MSE มีค่าไม่คงที่โดยปรับค่าตามข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดสอบ มีวิธีการตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์และค่าคงที่ที่เหมาะสมดังนี้

1. เมื่อค่า $\alpha = 0.1$ วิธีการที่เหมาะสมควรจะนำไปตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ คือ การตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเอง

2. เมื่อค่า $\alpha = 0.2$ วิธีการที่เหมาะสมควรจะนำไปตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ คือการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ

3. เมื่อค่า $\alpha = 0.3$ วิธีการที่เหมาะสมที่ควรจะนำไปใช้ในการตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์คือการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมอย่างง่ายใช้ร่วมกับวิธีการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ

4. ค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับให้เรียบของวิธีการตรวจสอบแบบแทร็คกิงซิกแนล (γ) ที่เหมาะสมในทางปฏิบัติ เมื่อความแปรปรวนของอนุกรมเวลานั้นค่อนข้างคงที่ คือ $\gamma = 0.05$

ในกรณีที่ค่าความแปรปรวน MAD และ MSE มีค่าคงที่โดยไม่ปรับค่าตามข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดสอบ มีวิธีการตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ที่เหมาะสมในทุกกรณีที่ศึกษา คือ วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง แต่วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลังมีข้อเสียคือ

- ไม่มีขอบเขตควบคุมที่แน่นอนที่จะนำไปใช้ได้ เพราะค่าขอบเขตควบคุมที่จะนำไปใช้มี 2 ค่าคือ w และ h ถ้าเปลี่ยนแปลงค่าใดค่าหนึ่ง อีกค่าหนึ่งก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย และจะให้ค่าจำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้ตรวจสอบโดยเฉลี่ย (ARL) แตกต่างไปจากเดิม

- มีความยุ่งยากในการคำนวณ

- วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลังต้องการข้อกำหนดพื้นฐาน คืออนุกรมเวลาต้องมีความแปรปรวนคงที่ และในทางปฏิบัติวิธีการตรวจสอบแบบนี้จะให้ผลผิดพลาดได้ถ้าความแปรปรวนของอนุกรมเวลาแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากความแปรปรวนที่ประมาณขึ้น

ในทางปฏิบัติวิธีการตรวจสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวกกว่า ก็คือวิธีการตรวจสอบทั้งสามวิธีที่นำมาเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง ซึ่งวิธีการที่เหมาะสมในแต่ละกรณีมีดังนี้

1. เมื่อค่า $\alpha = 0.1$ วิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมคือ วิธีการตรวจสอบแบบสหสัมพันธ์ในตัวเอง

2. เมื่อ $\alpha = 0.2$ วิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมคือ วิธีการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ

3. เมื่อ $\alpha = 0.3$ วิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมคือ วิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมอย่างง่าย

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเพื่อให้ง่ายแก่ผู้ที่นำไปใช้ ผู้วิจัยขอเสนอวิธีการพิจารณาว่าควรจะใช้วิธีการตรวจสอบใดในการตรวจสอบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์โดยพิจารณาจาก

1. ถ้าหาค่าพยากรณ์นั้นมีความสำคัญมากในงานของผู้ใช้ (ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความเอนเอียงเล็กน้อยก็จะทำให้เกิดผลเสียหายร้ายแรง) วิธีการตรวจสอบที่ควรจะนำไปใช้คือวิธีการตรวจสอบแบบผลรวมสะสมย้อนหลัง เพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงมาก แต่มีข้อเสียที่ว่าวิธีการตรวจสอบนี้จะมีวิธีการคำนวณและข้อจำกัดพื้นฐานที่ยุ่งยากพอสมควร

2. ถ้าหากค่าพยากรณ์นั้นมีความสำคัญไม่มากนักในงานของผู้ใช้ (ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความเอนเอียงเล็กน้อยไม่ทำให้เกิดผลเสียหายร้ายแรง) วิธีการตรวจสอบที่น่าจะนำไปใช้ควรจะเป็นวิธีที่มีการคำนวณไม่ยุ่งยาก และมีประสิทธิภาพดีพอสมควร วิธีดังกล่าวนี้คือวิธีการตรวจสอบแบบปรับความคลาดเคลื่อนให้เรียบ ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน

5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1. การทดลองครั้งนี้ศึกษาในตัวแบบ $Z_t = \beta_o + \beta_1 t + \beta_2 (t-\ell)\delta_t + \varepsilon_t$ ที่เป็นตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับแนวโน้มแบบต่อเนื่อง ดังนั้นจึงน่าจะมีการเปรียบเทียบในตัวแบบ $Z_t = \beta_o + \beta_1 t + \beta_2 \delta_1 + \beta_3 (t-\ell)\delta_2 + \varepsilon_t$ ที่เป็นตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับแนวโน้มแบบไม่ต่อเนื่องด้วย

2. ควรจะศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจสอบที่กล่าวมาแล้วในตัวแบบพยากรณ์อื่น ๆ เช่น การถดถอยเชิงเส้น $\chi = \beta X + \xi$ และตัวแบบ ARIMA เป็นต้น

3. เมื่อพบความเอนเอียงของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ควรจะมีการศึกษาวิจัยต่อไปว่า เมื่อใดจึงควรจะเปลี่ยนแปลงตัวแบบพยากรณ์หรือเมื่อใดควรจะเปลี่ยนเฉพาะค่าของพารามิเตอร์ในตัวแบบพยากรณ์เท่านั้น หรือเมื่อใดสามารถใช้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มาปรับค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้