

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในแผนแบบการทดลองจัดรีสุลต์ดินอิทธิพลปัจจัยคงที่ เมื่อเก็บข้อมูลระยะยาว กำหนดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นแต่ละระยะเวลามีความสัมพันธ์กันในรูปแบบอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง โดยทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ 2 วิธี คือ วิธีความควรจะเป็นสูงสุด เป็นวิธีการประมาณที่ใช้การแจกแจงของข้อมูลเป็นพื้นฐาน และวิธีการประมาณแบบสองชั้น เป็นวิธีการประมาณที่พิจารณาลักษณะโครงสร้างของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ทำการจำลองข้อมูลตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดดังนี้

1. แผนแบบการทดลองจัดรีสุลต์ดินอิทธิพลคงที่ขนาด 3x3 4x4 และ 5x5
2. เก็บข้อมูลซ้ำจำนวนระยะเวลา 3 4 6 และ 9
3. กำหนดสัมประสิทธิ์ความผันแปร 10% 20% และ 30%
4. กำหนดสัมประสิทธิ์อัตตสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่งเป็น 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 กรณีทิศทางตรงข้ามเป็น -0.1 -0.2 -0.3 -0.4 -0.5 -0.6 -0.7 -0.8 -0.9

การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นพิจารณาจาก ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย โดยวิธีที่ให้ค่าต่ำกว่าแสดงว่าเหมาะสมกับการประมาณค่าพารามิเตอร์

5.1 สรุปผลการวิจัย

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในแผนแบบการทดลองจัดรีสุลต์ดินที่มีอิทธิพลปัจจัยคงที่ กรณีเก็บข้อมูลระยะยาว เมื่อความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในแต่ละระยะเวลามีความสัมพันธ์กันในรูปแบบอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง โดยพิจารณาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง พบว่า ทุก ๆ สถานการณ์ที่กำหนดวิธีความควรจะเป็นสูงสุดเหมาะสมกับการประมาณค่าพารามิเตอร์มากกว่าวิธีการประมาณแบบสองชั้น เนื่องจาก ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร ซึ่งโครงสร้างของการแจกแจงนี้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์อัตตสหสัมพันธ์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดจะพิจารณา ρ ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณ (RMSE) น้อยที่สุด แต่การประมาณ ρ ด้วยวิธีการประมาณแบบสองชั้นจะพิจารณา

โครงสร้างความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในรูปแบบอัตราสลับพันธุอันดับที่หนึ่ง และความคลาดเคลื่อนในการประมาณด้วยวิธีการประมาณแบบสองชั้นยังเกิดขึ้น 2 ส่วน จากชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองอีกด้วย การประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 2 วิธี จะมีความแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) ของสัมประสิทธิ์อัตราสลับพันธุมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจาก สัมประสิทธิ์อัตราสลับพันธุเพิ่มขึ้นทำให้ความแปรปรวนของข้อมูลมากขึ้น การประมาณด้วยวิธีการประมาณแบบสองชั้นไม่ได้พิจารณาความคลาดเคลื่อนจากชั้นที่หนึ่งในการประมาณพารามิเตอร์ ρ ค่าความคลาดเคลื่อนจึงเพิ่มขึ้น และค่า RMSE จะมีค่าใกล้เคียงกับส่วนเบี่ยงเบนในการจำลอง (σ) เนื่องจากค่า RMSE เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการประมาณและยังใช้เป็นตัวประมาณ σ ด้วย เมื่อสัมประสิทธิ์อัตราสลับพันธุค่า RMSE ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงชัดเจน เนื่องจากในการประมาณค่าทั้ง 2 วิธี จะทำการแปลงข้อมูลให้ข้อมูลแต่ละระยะเวลาไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนความผิดพลาดในการประมาณพารามิเตอร์จะแปรผันตรงกับสัมประสิทธิ์ความผันแปร กล่าวคือเมื่อสัมประสิทธิ์ความผันแปรเพิ่มขึ้นทำให้ความผิดพลาดในการประมาณค่าพารามิเตอร์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก เมื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์ความผันแปรทำให้ข้อมูลมีการกระจายมากขึ้น แต่จะแปรผกผันกับ ขนาดของแผนการทดลอง และระยะเวลาการเก็บข้อมูลซ้ำ กล่าวคือ เมื่อขนาดของแผนการทดลองหรือระยะเวลาการเก็บข้อมูลซ้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้ความผิดพลาดในการประมาณลดลง เนื่องจาก เมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บซ้ำหรือเพิ่มขนาดของแผนการทดลองทำให้ได้ข้อมูลในการประมาณเพิ่มขึ้นการประมาณจึงมีความผิดพลาดลดลง

5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์

สัมประสิทธิ์ความผันแปรหรือองค์ประกอบความแปรปรวน

จากข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรนั้น กรณีที่ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองในแต่ละระยะเวลามีรูปแบบอัตราสลับพันธุอันดับที่หนึ่ง เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจะมีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ องค์ประกอบความแปรปรวน (σ^2) ซึ่งโดยปกติแล้วค่าจะมากกว่า 0 และสัมประสิทธิ์อัตราสลับพันธุ (ρ) ซึ่งค่าจะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ดังนั้น จะเห็นว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมากจะเป็น σ^2 ทำให้เมื่อ σ เพิ่มขึ้นทำให้ความแปรปรวนหรือการกระจายมากขึ้น การประมาณค่าพารามิเตอร์จึงทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น ซึ่งจะเห็นว่าค่า RMSE และพบว่า ค่า RMSE มีค่าใกล้เคียงกับ σ เนื่องจากหลังจากการแปลงข้อมูลแล้วทำให้ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันและข้อมูลจะมีการแจกแจงแบบปกติที่ความแปรปรวน σ^2 ค่า RMSE เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการประมาณและใช้เป็นตัวประมาณของ σ อีกด้วย

สัมประสิทธิ์อัตราสหสัมพันธ์

สัมประสิทธิ์อัตราสหสัมพันธ์ (ρ) เป็นพารามิเตอร์อีกหนึ่งตัวที่เกิดขึ้นในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม กรณีความคลาดเคลื่อนมีรูปแบบอัตราสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง จากโครงสร้างของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจะเห็นว่า กรณีที่อัตราสหสัมพันธ์มีทิศทางเดียวกัน ความแปรปรวนร่วมระหว่างระยะเวลาจะมีค่าเป็นบวกเท่านั้น แต่กรณีที่อัตราสหสัมพันธ์มีทิศทางตรงข้าม ความแปรปรวนร่วมบางจุดจะมีค่าเป็นลบได้ โดยค่า ρ จะส่งผลกระทบต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ 2 ทาง คือ ถ้า $|\rho|$ มีค่ามากความแปรปรวนข้อมูลจะมีค่ามาก และ ถ้ากำหนดค่า ρ คงที่เก็บข้อมูลจำนวนระยะเวลาเพิ่มขึ้นความแปรปรวนของข้อมูลระยะเวลาสูงขึ้นจะมีความแปรปรวนมากขึ้นเช่นกัน แต่จากผลการวิจัยได้ว่า เมื่อค่าค่าสัมบูรณ์ของ ρ เพิ่มขึ้นค่า RMSE ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเหมือนกรณีเพิ่มองค์ประกอบความแปรปรวน เพราะว่า เมื่อทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\hat{\rho}$ แล้วนำไปแปลงข้อมูลก่อนที่จะการประมาณค่าพารามิเตอร์ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน โครงสร้างของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมหลังจากการแปลงจะมีพารามิเตอร์ σ^2 ตัวเดียว

ระยะเวลาการเก็บข้อมูลซ้ำ

เมื่อเราใช้แผนการทดลองขนาดเท่าเดิมแต่เก็บข้อมูลระยะเวลาซ้ำเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ขนาดของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมเพิ่มขึ้น แต่จะมีจำนวนข้อมูลที่จะประมาณค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมยังประมาณ 2 ตัว เท่าเดิม คือ ρ และ σ^2 ทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์นี้ได้ดีขึ้น สังเกตได้จากเมื่อเราเพิ่มจำนวนระยะเวลาการเก็บซ้ำ ค่า RMSE มีค่าใกล้เคียงกับ σ มากขึ้น และยังมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนระยะเวลาการเก็บซ้ำ เพราะว่าเราประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดีขึ้น แต่เมื่อเราทำการเก็บข้อมูลระยะเวลาซ้ำเพิ่มขึ้นส่งผลให้พารามิเตอร์ผลกระทบคงที่ของระยะเวลา และพารามิเตอร์อันตรกิริยาระหว่างพารามิเตอร์ปัจจัยทดลองและพารามิเตอร์ระยะเวลาวัดซ้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องประมาณค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งส่วนนี้จะทำให้ความผิดพลาดในการประมาณค่าเพิ่มขึ้น

ขนาดของแผนการทดลอง

ในการวางแผนการทดลองแบบจัดสุ่มละตินนั้นขนาดของแผนการทดลองที่ใช้จะขึ้นอยู่กับจำนวนระดับของปัจจัยทดลองที่ต้องการศึกษา และจำนวนระดับปัจจัยทดลองต้องมี 3 ระดับขึ้นไปจึงจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เหมาะสม ในการเพิ่มขนาดของแผนการทดลองนั้นทำให้ต้องใช้หน่วยทดลองเพิ่มขึ้น มีจำนวนข้อมูลมากขึ้น ทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ได้

ใกล้เคียงมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากเมื่อกำหนดปัจจัยต่าง ๆ คงที่ เมื่อขนาดของแผนการทดลองเพิ่มขึ้นทำให้ค่า RMSE มีแนวโน้มลดลง แต่กรณีที่เพิ่มขนาดทำให้พารามิเตอร์ผลกระทบคงที่ของปัจจัยทดลอง และพารามิเตอร์อันตรกิริยาระหว่างพารามิเตอร์ปัจจัยทดลองและพารามิเตอร์ระยะเวลาวัดซ้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องประมาณค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งส่วนนี้จะทำให้ความผิดพลาดในการประมาณค่าเพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นมีหลายลักษณะ ซึ่งการวิจัยทำการศึกษาเฉพาะกรณีอัตราสลับพันธันดับที่หนึ่ง ดังนั้นการศึกษาต่อไปควรทำการศึกษาเพิ่มเติม กรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบอื่น

2. เนื่องจากข้อกำหนดของข้อมูล คือ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร ทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดเหมาะสมกับการประมาณมากกว่าวิธีการประมาณแบบสองชั้น แต่ในทางปฏิบัติข้อมูลอาจไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนั้นควรทำการศึกษาเพิ่มกรณีที่ความคลาดเคลื่อนไม่ได้แจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร

3. จะเห็นว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณแบบสองชั้นนั้นเป็นการประมาณที่ง่ายและไม่ซ้ำซ้อนเหมือนวิธีความควรจะเป็นสูงสุด แต่ตัวประมาณที่ได้ยังไม่ได้พิจารณาคูสมบัติต่างๆ ของตัวประมาณ ดังนั้นการวิจัยควรทำการศึกษาคุณสมบัติของตัวประมาณ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลระยะยาวนั้นทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นควรทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรณีที่เก็บข้อมูลซ้ำ และไม่ได้เก็บข้อมูลซ้ำ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นกับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

5. จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าเราได้กำหนดข้อสมมติของข้อมูลไว้หลายข้อ ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจริงนั้นควรตรวจสอบข้อมูลก่อนว่าข้อมูลที่จะใช้วิเคราะห์นั้นเป็นไปตามข้อกำหนดต่าง ๆ ก่อนการวิเคราะห์

6. สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์จะเห็นว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดเหมาะสมกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในทุก ๆ สถานการณ์ แต่ถ้าค่า $|p| < 0.5$ ค่าจะใกล้เคียงกันมาก ซึ่งการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดจะประมาณซับซ้อนกว่า ดังนั้นถ้าตรวจสอบข้อมูลแล้วได้ค่า $|p| < 0.5$ ควรทำการประมาณด้วยวิธีการประมาณแบบสองชั้น