

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบ วิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับ ความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติ 3 วิธี คือ

1. การประมาณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีไคสแควร์ แทนด้วยสัญลักษณ์ C มีรูปแบบการ ประมาณแบบช่วงเป็น

$$\begin{aligned}(L,U) &= (rs^2/b_c, rs^2/a_c) \\ &= (rs^2/X_{r,\alpha/2}^2, rs^2/X_{r,1-(\alpha/2)}^2)\end{aligned}$$

2. การประมาณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุด แทนด้วยสัญลักษณ์ ML ซึ่งมีรูปแบบการประมาณแบบช่วงเป็น

$$(L,U) = (rs^2/b_{ML}, rs^2/a_{ML})$$

3. การประมาณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีของเบส์ แทนด้วยสัญลักษณ์ B ซึ่งมีรูปแบบ การประมาณแบบช่วงเป็น

$$(L,U) = (rs^2/b_b, rs^2/a_b)$$

ในการพิจารณาคัดเลือกวิธีการประมาณ ในขั้นตอนแรกจะศึกษาถึงระดับความเชื่อมั่น ของช่วงความเชื่อมั่นที่ได้จากวิธีการประมาณแต่ละวิธี จากนั้นจึงคัดเลือกวิธีการประมาณที่ให้ค่าระ ดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด มาทำการเปรียบเทียบค่าความฮาว เจลีสของช่วงความเชื่อมั่น จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบความแตกต่างระ หว่างค่าความฮาวเจลิซของช่วงความเชื่อมั่นของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบ ที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 4 ระดับ คือ 90%, 95%, 99% และ 99.5% ขนาดตัวอย่าง เป็น 2 ถึง 50 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเป็น 5%, 10%, 15% และ 20%

วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการจำลองแบบการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ AMDAHL 5860 โดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 เพื่อสร้างข้อมูลให้มีลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด ทำการทดลองซ้ำ ๆ กัน 2000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองหาค่าระดับความเชื่อมั่นของช่วงความเชื่อมั่น ที่ได้จากวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติ 3 วิธี โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด แล้วคัดเลือกวิธีการประมาณที่ให้ค่าระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด มาทำการเปรียบเทียบค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น โดยเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคัดเลือกวิธีการประมาณจะพิจารณาคัดเลือกวิธีการประมาณที่ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นต่ำที่สุดในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ที่แต่ละระดับขนาดตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อให้ทราบว่าที่ขนาดตัวอย่างมีค่าเท่าใดที่วิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีจะให้ค่าความยาวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ได้ผลสรุปดังนี้

5.1.1 ในการเปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่นของช่วงความเชื่อมั่น พบว่าวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด ที่ทุกระดับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ทุกระดับขนาดตัวอย่าง และทุกระดับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

5.1.2 ในการเปรียบเทียบค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น พบว่าที่ทุกสถานการณ์ของการทดลอง วิธีการประมาณ C ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นสูงที่สุด รองลงมาคือ วิธีการประมาณ B และวิธีการประมาณ ML ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าถึงแม้วิธีการประมาณ ML จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นต่ำที่สุดที่ทุกสถานการณ์ของการทดลอง แต่ในบางสถานการณ์จะพบว่าวิธีการประ

มาณ ML ให้ค่าความยาวเฉลี่ยที่สูงมากผิดปกติ กล่าวคือ เมื่อพิจารณาที่สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 90%, 95%, 99% และ 99.5% ณ ระดับขนาดตัวอย่างเท่ากับ 2 วิธีการประมาณ ML ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นสูงมาก เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนของประชากรที่กำหนด ที่ทุกระดับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน นั่นคือเป็นไปได้ว่าที่ระดับขนาดตัวอย่างเท่ากับ 2 ไม่มีวิธีการประมาณใดเลยที่สามารถให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม ในการที่จะกล่าวว่าค่าความยาวเฉลี่ยที่คำนวณได้สูงมากผิดปกติหรือไม่นั้น ก็ยังคงไม่มีเกณฑ์การตัดสินที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้วิจัย สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผลจากการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น และทุกระดับสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เมื่อขนาดตัวอย่าง  $n$  เท่ากับ 2 ไม่มีวิธีการประมาณใดให้ช่วงความเชื่อมั่นที่เหมาะสม

2. ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น และทุกระดับสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เมื่อขนาดตัวอย่าง  $n$  มากกว่าหรือเท่ากับ 3 วิธีการประมาณ ML คือวิธีการประมาณที่เหมาะสมที่สุด

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาที่บางสถานการณ์ตามขอบเขตของการวิจัย ดังนั้นในกรณีที่ข้อมูลที่นำมาศึกษามีค่าความแปรปรวนต่ำกว่ากรณีที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เมื่อขนาดตัวอย่าง  $n$  เท่ากับ 2 วิธีการประมาณ ML อาจเป็นวิธีการประมาณที่เหมาะสมก็เป็นได้ ทั้งนี้เพราะวิธีการประมาณนั้น ๆ ขึ้นอยู่กับค่าความแปรปรวนตัวอย่างด้วย แต่ถ้าค่าความแปรปรวนตัวอย่างมีค่าสูง และผู้วิจัยใช้ขนาดตัวอย่างเล็กเกินไป ช่วงความเชื่อมั่นที่ได้ อาจไม่เหมาะสม ในแง่ของค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น ไม่ว่าจะประมาณด้วยวิธีการใดก็ตาม ดังนั้นในกรณีนี้ผู้วิจัยอาจต้องทำการเก็บตัวอย่างเพิ่ม เพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นที่เหมาะสมยิ่งขึ้น และวิธีการประมาณ ML จะเป็นวิธีการประมาณที่เหมาะสม

5.1.3 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ที่ทุกสถานการณ์ของการทดลองพบว่าอย่างน้อยมีค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นของวิธีการประมาณ 2 วิธีแตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าความยาวเฉลี่ยของวิธีการประมาณแต่ละคู่ โดยเลือกใช้วิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least Significant Difference) พบว่าที่ระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 90% และ 95% วิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีของไคสแควร์ และวิธีของเบส์ จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน ที่ระดับขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ส่วนวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุด ให้ค่าความยาวเฉลี่ยแตกต่างจากวิธีไคสแควร์ และวิธีของเบส์ ที่ทุกระดับขนาดตัวอย่าง และทุกระดับสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และที่ระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 99% และ 99.5% วิธีการประมาณทุกคู่ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นแตกต่างกัน ที่ทุกระดับขนาดตัวอย่าง และทุกระดับสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้เสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

### 5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

จากการเปรียบเทียบวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี จะเห็นว่า วิธีการประมาณด้วยวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุด (วิธีการประมาณ ML) ให้ช่วงของการประมาณที่ดีที่ทุกระดับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ทุกระดับขนาดตัวอย่าง และทุกระดับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน แต่เมื่อพิจารณาวิธีการประมาณ ML ซึ่งมีรูปแบบการประมาณแบบช่วงเป็น  $[rs^2/b_{HL}, rs^2/a_{HL}]$  จะเห็นว่าค่า  $a_{HL}$  และ  $b_{HL}$  ที่เรียกว่า ตัวหารสำหรับช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุด เป็นองค์ประกอบสำคัญในการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้ ซึ่งการหาค่าตัวหารสำหรับช่วงความเชื่อมั่นดังกล่าวมีความยุ่งยากพอสมควร ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นตอนการสร้างค่าตัว

หารสำหรับช่วงความเชื่อมั่น ในหัวข้อที่ 3.2.1 ด้วยเหตุนี้ในการประมาณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติที่พบเห็นจากหนังสือสถิติทั่ว ๆ ไป จึงนิยมใช้วิธีการประมาณด้วยวิธีไคสแควร์ (วิธีการประมาณ C) เนื่องจากตัวหารสำหรับช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีไคสแควร์ มีใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในตารางแสดงค่าวิกฤตของไคสแควร์ ส่วนวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีของเบส์ (วิธีการประมาณ B) นั้น แม้จะเป็นวิธีการประมาณที่ให้ช่วงของการประมาณที่ตรงกับวิธีการประมาณ ML แต่ก็มีใช้วิธีการประมาณที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามสำหรับผู้สนใจค่าตัวหารสำหรับช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีของเบส์ ก็สามารถศึกษาได้จากหนังสือสถิติที่กล่าวถึงแนวความคิดแบบเบส์เขียน สำหรับค่าตัวหารสำหรับช่วงความเชื่อมั่นโดยวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุดนั้น จากที่ทำการศึกษาไม่ปรากฏว่ามีตารางแสดงค่าดังกล่าวนี้ในหนังสือสถิติทั่ว ๆ ไป นอกจากผลงานของ เทตและเคลท์ ที่ได้ศึกษาและสร้างค่าดังกล่าวนี้ไว้ที่ระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 90%, 95%, 99%, 99.5% และ 99.9% และระดับของค่าอิสระ เท่ากับ 2 ถึง 29 อย่างไรก็ตาม ผลจากการวิจัยพบว่า ที่ระดับขนาดตัวอย่าง  $n$  เท่ากับ 30 ถึง 50 วิธีการประมาณ ML ยังคงให้ช่วงของการประมาณดีกว่าวิธีการประมาณ C และ B ในแง่ของค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างตารางแสดงค่าตัวหารสำหรับช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุด เพิ่มเติมที่ระดับของค่าอิสระเป็น 1 ถึง 49 และที่ระดับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 90%, 95%, 99% และ 99.5% ดังที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข. เพื่อเป็นประโยชน์ในการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติต่อไป

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

5.2.2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ วิธีการประมาณที่นำมาศึกษาเป็นการศึกษาวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติ ที่มีรูปแบบการประมาณแบบช่วงอยู่บนพื้นฐานของค่าความแปรปรวนตัวอย่าง ( $S^2$ ) กล่าวคือ ใช้ค่าความแปรปรวนตัวอย่าง ( $S^2$ ) เป็นตัวประมาณของความแปรปรวนประชากร ( $\sigma^2$ ) สำหรับทุกวิธีการประมาณ และรูปแบบของช่วงความเชื่อมั่นแต่ละวิธีการประมาณมีรูปแบบเดียวกัน ดังนั้นจึงควรศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับความแปรปรวนของการแจกแจงแบบปกติที่มีรูปแบบอื่น ๆ อีก เช่น การประมาณที่ใช้ตัวประมาณแบบจุดในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการประมาณที่นำมาศึกษาแล้วในที่นี้

5.2.2.2 ระดับขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ  $n$  มีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 50 ซึ่งผลจากการทดลองยังไม่ได้ข้อสรุปว่า ที่ระดับขนาดตัวอย่างใด วิธีการประมาณด้วยวิธีช่วงความเชื่อมั่นที่สั้นที่สุด จึงจะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นไม่แตกต่างจากวิธีไคสแควร์ และวิธีของเบส์ ดังนั้น จึงควรศึกษาเปรียบเทียบเพิ่มเติม ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างมีค่ามากกว่านี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย