

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อต้องการหาจำนวนเต็มบวกซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่ทำให้การแจกแจงหนึ่งคู่เข้าสู่การแจกแจงรูปแบบอื่น สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกทำการศึกษากการประมาณการแจกแจงที่สำคัญ คือ

1) การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงทวินาม

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\binom{M}{x} \binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}} = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad ; \quad x = 0, 1, 2, \dots, n$$

โดยที่  $p = \frac{M}{N}$

2) การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซอง

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \binom{n}{x} (p)^x (1-p)^{n-x} = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad ; \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

โดยที่  $\lambda = np$

3) การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติ

$$Z_n = \frac{S_n - np}{\sqrt{npq}} \approx N(0,1) \quad \text{ในขณะที่ } n \rightarrow \infty$$

โดยที่  $S_n$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทวินาม มีค่าเฉลี่ย =  $np$  และ ค่าความแปรปรวน =  $npq$

## 4) การประมาณการแจกแจงปัวส์ซองด้วยการแจกแจงปกติ

$$Z_n = \frac{S_n - \lambda}{\sqrt{\lambda}} \approx N(0,1) \quad \text{ในขณะที่ } n \rightarrow \infty$$

โดยที่  $S_n$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปัวส์ซอง มีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน =  $\lambda$

## 5) การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงปกติ

$$Z_n = \frac{S_n - nM/N}{\sqrt{n \cdot (N-n) \cdot (N-1)^{-1} \cdot (M/N) \cdot (1-M/N)}} \approx N(0,1) \quad \text{ในขณะที่ } n \rightarrow \infty$$

โดยที่  $S_n$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก มีค่าเฉลี่ย =  $n \frac{M}{N}$  และความแปรปรวน =  $\frac{n \cdot (N-n)}{(N-1)} \cdot \left(\frac{M}{N}\right) \left(1 - \frac{M}{N}\right)$

ในการพิจารณาคัดเลือกจำนวนเต็มบวกซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงนั้น ใช้เกณฑ์การพิจารณา 2 ลักษณะ คือ

1) การประมาณการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องด้วยการแจกแจงแบบต่อเนื่อง คือ คัดเลือกจำนวนเต็มบวกที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนระหว่างความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่แท้จริงและความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่ใช้ประมาณ ทุกค่ามีค่าไม่มากกว่าความคลาดเคลื่อน ( $\varepsilon$ ) ที่กำหนด เกณฑ์การพิจารณานี้ใช้สำหรับ การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก ด้วยการแจกแจงทวินาม และ การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซอง

2) การประมาณการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องด้วยการแจกแจงแบบต่อเนื่อง คือ คัดเลือกจำนวนเต็มบวกที่ทำให้ระดับนัยสำคัญที่ประมาณได้ ( $\alpha$ ) มีค่าไม่แตกต่างจากระดับนัยสำคัญที่แท้จริง ( $\alpha$ ) เกณฑ์การพิจารณานี้ใช้สำหรับ การประมาณการแจกแจงทวินาม, การแจกแจงปัวส์ซอง, และการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก ด้วยการแจกแจงปกติ

วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการจำลองแบบการแจกแจงด้วยเทคนิคมอนติ-คาร์โต โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77)

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การหาจำนวนเต็มบวกซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่ทำให้การแจกแจงหนึ่งคู่เข้าสู่การแจกแจงรูปแบบอื่น สำหรับงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1) สรุปผลการศึกษาที่ได้เพื่อการนำไปใช้งาน ตามตารางที่นำเสนอในบทที่ 4

2) การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีอเมตริกด้วยการแจกแจงทวินาม และ การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซงนั้น เมื่อความคลาดเคลื่อน ( $\epsilon$ ) ระหว่างความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่แท้จริงและความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่ใช้ประมาณ มีค่าน้อยลง การแจกแจงที่แท้จริงจะใกล้เคียงการแจกแจงที่ใช้ประมาณมากขึ้น

ในทำนองเดียวกัน การประมาณการแจกแจงทวินาม, การแจกแจงปัวส์ซง, และ การแจกแจงไฮเปอร์จีอเมตริก ด้วยการแจกแจงแบบปกติ เมื่อความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 (นัยสำคัญ) ที่แท้จริง ( $\alpha$ ) มีค่ามาก การแจกแจงที่แท้จริงจะใกล้เคียงการแจกแจงที่ใช้ประมาณมากขึ้น

3) การทดสอบยืนยันชั้นผลการทดลองที่ได้ โดยใช้ การทดสอบที่วัดความกลมกลืนกันด้วยความเชื่อมั่น 95% ผลการตรวจสอบปรากฏว่าผ่านทุกกรณี กล่าวคือ เมื่อสุ่มตัวอย่างหลาย ๆ ชุดมาทำการตรวจสอบแล้ว พบว่า ส่วนใหญ่ผ่านการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้จะเสนอเป็น 2 ด้านดังนี้

### 5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการประมาณการแจกแจงที่สำคัญ 3 กรณี ดังนั้นในการเสนอแนะด้านการนำไปใช้ประโยชน์ผู้วิจัยจึงจะแยกเป็นหัวข้อ ดังต่อไปนี้

#### 1. การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงทวินาม

ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกที่จะทำให้ความน่าจะเป็นของการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกเข้าสู่การแจกแจงทวินามนั้นได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.1 ตารางที่ 4.1.1- 4.1.7 และสามารถสรุปผลจากตารางที่ 4.1.1- 4.1.7 เพื่อการใช้งานได้ดังตารางที่ 4.1.8

การประมาณขนาดพารามิเตอร์  $n$  จากตารางที่ 4.1.8 จะใช้ได้กับทุกค่า  $N$  ซึ่ง  $N$  อาจมีค่าอยู่นอกช่วงหรือในช่วงที่ทำการศึกษา กล่าวคือ  $N$  อาจมีค่าต่ำกว่า 30 หรือมีค่ามากกว่า 500 หรือมีค่าอยู่ในช่วง 30 ถึง 500

เช่น กำหนด  $\varepsilon = 0.01$  พิจารณาค่าสัดส่วนระหว่างพารามิเตอร์  $n$  และ  $N$  ดังนั้น จากตารางที่ 4.1.8 ถ้าค่าสัดส่วนดังกล่าวมีค่าไม่มากกว่า 0.04 การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงทวินามจะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.01

#### 2. การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซอง

ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงทวินามที่จะทำให้ความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามเข้าสู่การแจกแจงปัวส์ซองนั้นได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.2 ตารางที่ 4.2.1- 4.2.7

### 3. การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติ

3.1 ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงทวินามที่จะทำให้ความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามเข้าสู่การแจกแจงปกตินั้น ได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.3 ตารางที่ 4.3.1

3.2 สำหรับกรณีที่พารามิเตอร์  $p$  มีค่านอกเหนือไปจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไว้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะการประมาณค่าพารามิเตอร์  $n$  โดยใช้หลักการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น (linear interpolation) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$k = n_{p_{i-1}} + \frac{(n_{p_i} - n_{p_{i-1}}) * (p - p_{i-1})}{(p_i - p_{i-1})} \quad (1)$$

โดยที่  $k$  แทน ขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ต้องการประมาณ

เช่น ต้องการประมาณค่าพารามิเตอร์  $n$  เมื่อการแจกแจงทวินาม มีพารามิเตอร์  $p = 0.076$  และกำหนด  $\epsilon = 0.01$  ดังนั้น จากตารางที่ 4.3.1 แทนค่าในสูตร (1) ได้

$$\begin{aligned} k &= 62 + \frac{(55 - 62) * (0.076 - 0.07)}{(0.08 - 0.07)} \\ &= 57.8 \approx 58 \end{aligned}$$

ซึ่งจากกรณีประมาณจริงตามขั้นตอนการศึกษา พารามิเตอร์  $n$  น้อยที่สุดในการประมาณการ คือ 55 จะเห็นว่าค่าที่ประมาณได้ในวิธีนี้ใช้ได้ดีในการนำไปใช้ประมาณการแจกแจงดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 4. การประมาณการแจกแจงปีวส์ของด้วยการแจกแจงปกติ

ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปีวส์ของที่จะทำให้ความน่าจะเป็นของการแจกแจงปีวส์ของคู่เข้าสู่การแจกแจงปกตินั้นได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.4 ตารางที่ 4.4.1

#### 5. การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงปกติ

5.1 ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกที่จะทำให้ความน่าจะเป็นของการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกคู่เข้าสู่การแจกแจงปกตินั้นได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.5 ตารางที่ 4.5.1- 4.5.3

5.2 สำหรับกรณีที่พารามิเตอร์  $N$  มีค่านอกเหนือไปจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไว้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะการประมาณค่าพารามิเตอร์  $n$  ดังนี้

5.2.1 กรณีที่พารามิเตอร์  $N$  มีค่าต่ำกว่า 30 ( $N < 30$ ) การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงปกติไม่เหมาะสมในการประมาณการ เนื่องจากว่าการประมาณการแจกแจงกรณีดังกล่าวต้องใช้นิยามพารามิเตอร์  $n$  ใกล้เคียงมากจนกระทั่งเท่ากับพารามิเตอร์  $N$

5.2.2 กรณีที่พารามิเตอร์  $N$  มีค่าอยู่ในช่วงที่ทำการศึกษาก็คือ  $N$  มีค่าอยู่ระหว่าง 30 ถึง 500 ( $30 \leq N \leq 500$ ) การประมาณค่าพารามิเตอร์  $n$  กรณีนี้จะใช้หลักการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น (linear interpolation) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$k = n_{N_{i-1}} + \left( \frac{(n_{N_i} - n_{N_{i-1}}) * (N - N_{i-1})}{N_i - N_{i-1}} \right) \quad (2)$$

โดยที่  $k$  แทน ขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ต้องการประมาณ

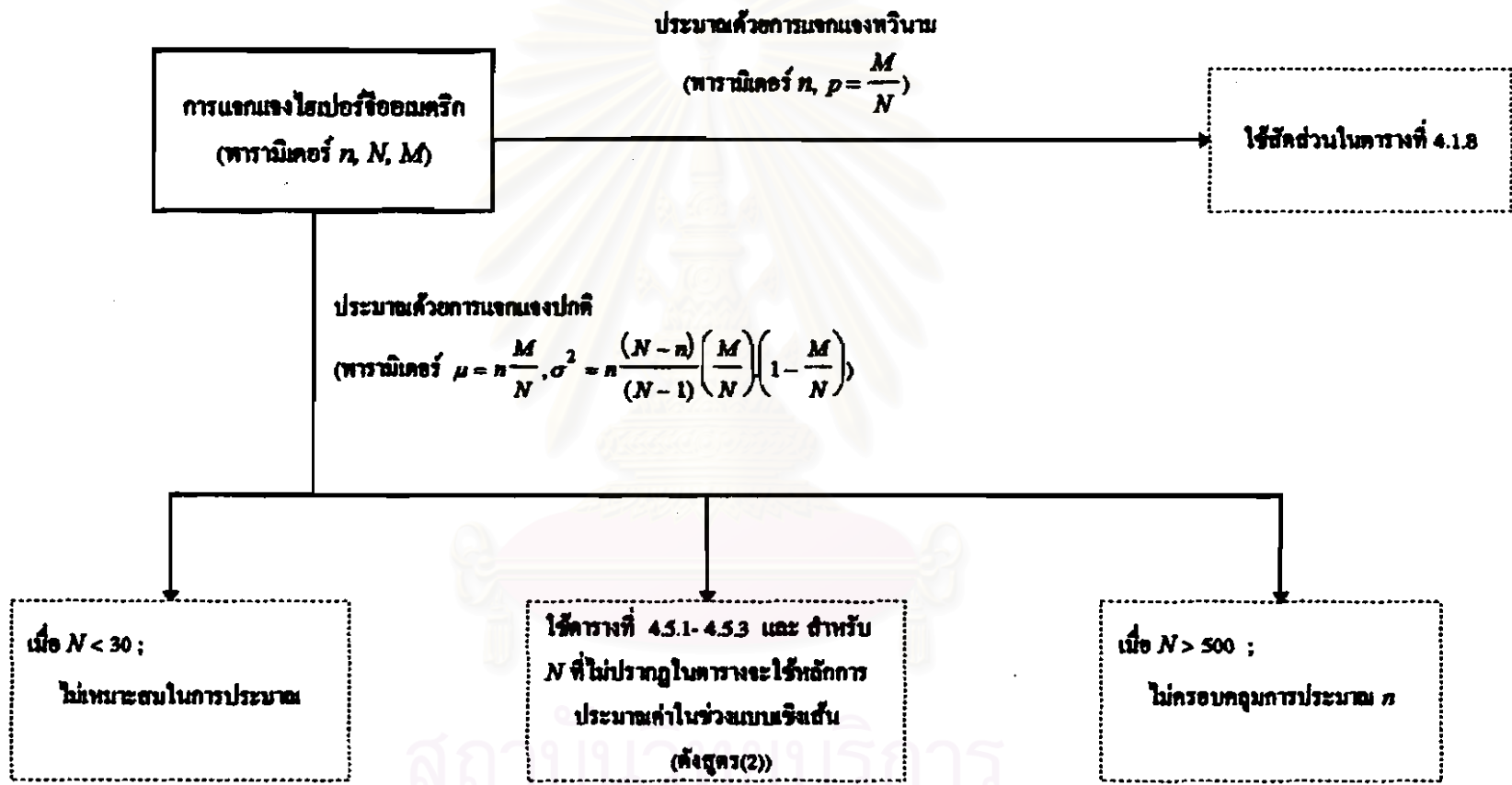
เช่น ต้องการประมาณค่าพารามิเตอร์  $\mu$  ที่ควรใช้ในการประมาณ เมื่อการแจกแจงไฮเปอร์จี-อเมตริก มีพารามิเตอร์  $N = 125$  และ  $M = 40$  และกำหนด  $\alpha = 0.01$  ดังนั้น จากตารางที่ 4.5.1 แทนค่าในสูตร (2) ได้

$$\begin{aligned} k &= 26 + \left( \frac{(31-26) \cdot (125-150)}{(100-150)} \right) \\ &= 28.5 \approx 29 \end{aligned}$$

ซึ่งจากกรณีประมาณจริงตามขั้นตอนการศึกษา พารามิเตอร์  $\mu$  น้อยที่สุดในการประมาณการ คือ 26 จะเห็นว่าค่าที่ประมาณได้ในวิธีนี้ใช้ได้ดีในการนำไปใช้ประมาณการแจกแจงดังกล่าว

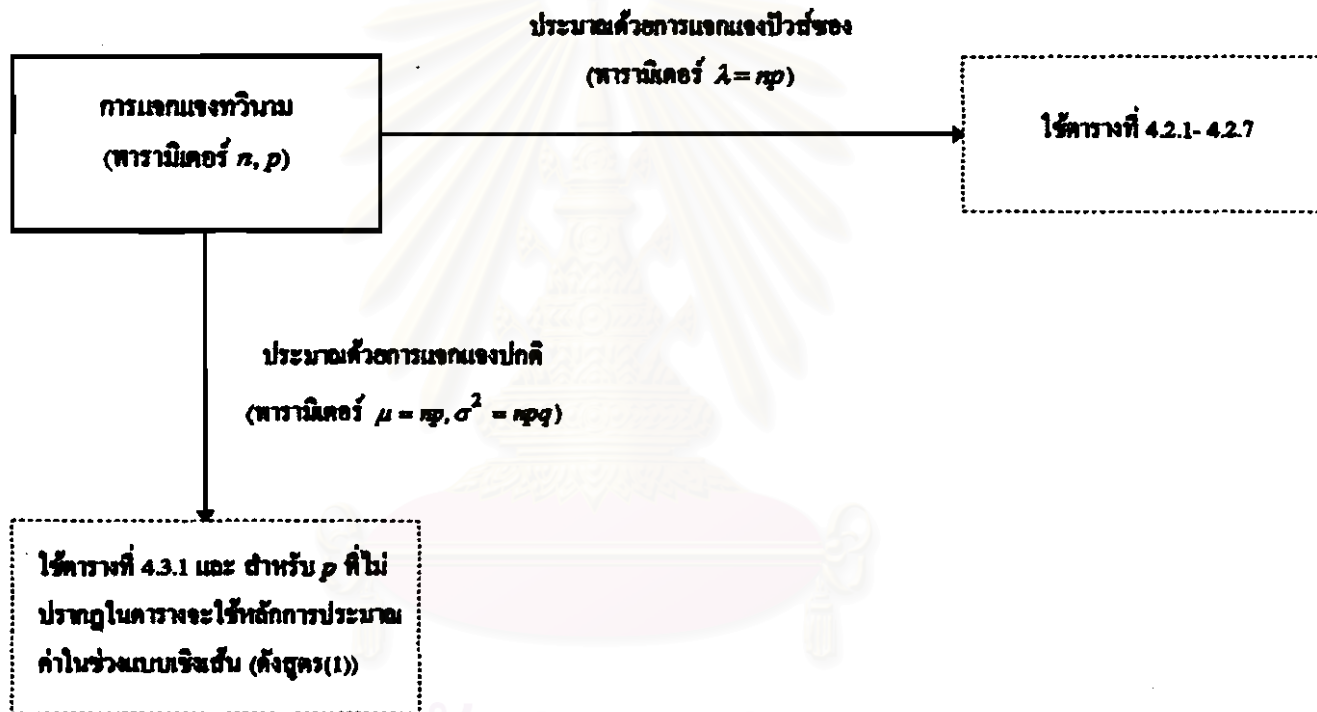
5.5.3 กรณีที่พารามิเตอร์  $N$  มีค่ามากกว่า 500 ( $N > 500$ ) สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ไม่ครอบคลุมการประมาณค่าพารามิเตอร์  $\mu$  ที่ควรใช้ในการประมาณ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



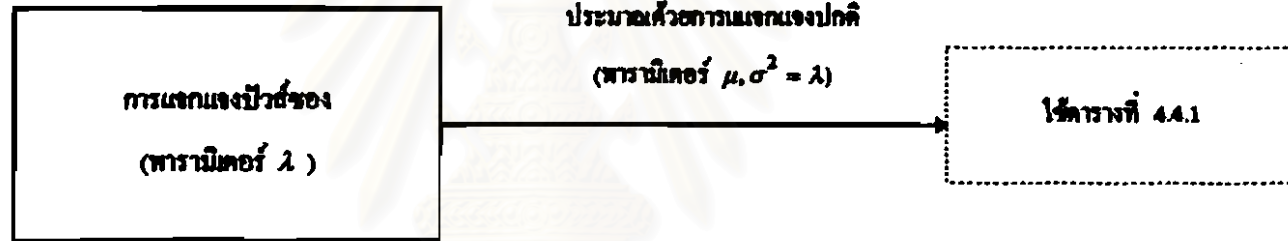
รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงข้อแนะนำด้านการนำไปใช้ประโยชน์





สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.1 (ต่อ)



รูปที่ 5.1 (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1) การหาค่าจำนวนเต็มซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่จะทำให้การแจกแจงหนึ่งคู่เข้าสู่การแจกแจงอื่นนั้น สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประมาณการแจกแจงที่สำคัญ 3 กรณีด้วยกัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามยังมีการประมาณการแจกแจงที่น่าสนใจอื่น ๆ อีก เช่น การประมาณการแจกแจงปัวส์ของด้วยการแจกแจงโคสมเคอร์, การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกด้วยการแจกแจงปัวส์ของ เป็นต้น

2) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษาที่ได้ในรูปแบบตาราง ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการจัดกลุ่ม ดังนั้นจึงควรมีการจัดทำผลดังกล่าวเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน และยังเป็นการลดความคลาดเคลื่อนในการจัดกลุ่มด้วย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย