

กรอบแนวคิดของแผนแบบการสูมตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ



นายวิชาญ ไชควิวัฒน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

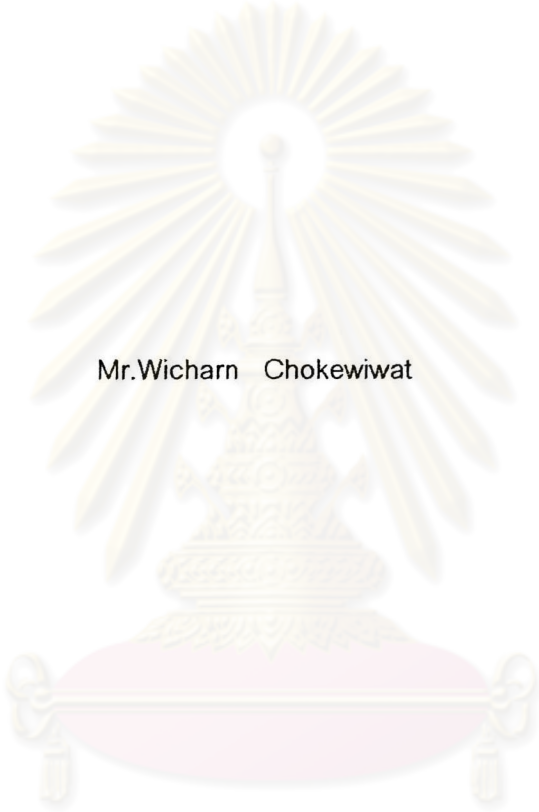
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4401-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12137093x

CONCEPTUAL FRAMEWORK OF ADAPTIVE CLUSTER SAMPLING



Mr.Wicharn Chokewiwat

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4401-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์

กรอบแนวคิดของแผนแบบการสูมตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

โดย

นายวิชาญ ไชควิวัฒน์

สาขาวิชา

สถิติ

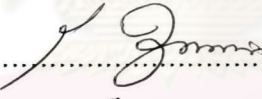
อาจารย์ที่ปรึกษา


รองศาสตราจารย์ นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

..... อ. สุพล ไชควิวัฒน์ ..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตฤษา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ไชควิวัฒน์)

.....  ..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ)

.....  ..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ วีชรามรณ์ สุริยาภิวัฒน์)

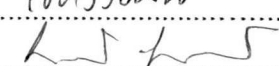
วิชาญ โชควิวัฒน์ : กรอบแนวคิดของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ. (CONCEPTUAL FRAMEWORK OF ADAPTIVE CLUSTER SAMPLING) อ.ที่ปรึกษา : รศ.นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ, 181 หน้า. ISBN 974 - 17 - 4401 - 3 .

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive Cluster Sampling) และศึกษาแนวคิดจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยไม่ใส่คืน ภายใต้แผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับของ Steven K.Thompson (1990) สำหรับตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมาจากตัวประมาณ Horvitz - Thompson รวมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ทำการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืนภายใต้แผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ และแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบที่ไม่ได้ปรับ (Nonadaptive) ด้วยค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency : R.E.) โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 100 หน่วย ประชากรที่ใช้สร้างมาจากกระบวนการพัวของคลัสเตอร์ ซึ่งตำแหน่งและจำนวนของจุดหลักสร้างจากกระบวนการพัวของที่มีพารามิเตอร์  $\lambda$  เป็น 20 โดยจำลองประชากรเป็น 3 กรณี และตำแหน่งของบริวารต่าง ๆ สร้างจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร (Bivariate Normal) ขนาดตัวอย่าง คือ 4 8 16 และ 32 หน่วย ซึ่งแต่ละหน่วยตัวอย่างแบ่งเป็น 100 รูปแบบ

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ทำการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืนภายใต้แผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มกับตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบที่ไม่ปรับ พบว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยแบบกลุ่มปรับมีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบที่ไม่ปรับทั้ง 3 กรณี และทุก ๆ ขนาดตัวอย่าง (n) ไม่ว่าจะ เป็น  $n=4, 8, 16$  และ  $32$  โดยขนาดตัวอย่าง (n) ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ตัวประมาณค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 แบบมีความแม่นยำมากขึ้น และการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับเหมาะสมกับการสุ่มตัวอย่างของสิ่งที่เราสนใจที่อยู่เกาะกลุ่มกัน ซึ่งเป็นลักษณะของสิ่งที่หายาก เช่น ฝูงสัตว์ พืชต่าง ๆ ฟอสซิล รวมทั้งแร่ธาตุ เป็นต้น ส่วนการสุ่มตัวอย่างแบบที่ไม่ปรับเหมาะสมกับการสุ่มตัวอย่างของสิ่งที่เราสนใจ ซึ่งมีลักษณะที่อยู่กระจายตัวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....สถิติ.....  
สาขาวิชา.....สถิติ.....  
ปีการศึกษา.....2546.....

ลายมือชื่อนิสิต.....วิชาญ โชควิวัฒน์.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

## 4482409026 : MAJOR STATISTICS

KEYWORD: ADAPTIVE CLUSTER SAMPLING / SIMPLE RANDOM SAMPLING

WICHARN CHOKEWIWAT : CONCEPTUAL FRAMEWORK OF ADAPTIVE CLUSTER SAMPLING. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. NOPPARAT RUNGUTHAISIRI . 181 pp. ISBN 974 – 17 - 4401 - 3.

The objective of this study is to study of conceptual Adaptive Cluster Sampling and concept of simple random sampling without replacement under Adaptive Cluster Sampling by Steven K.Thompson (1990) for mean estimators which have been modified from the Horvitz-Thompson. The thesis also presents the comparison of the efficiency for mean estimators under an initial simple random sampling without replacement under Adaptive Cluster Sampling and Nonadaptive by Relative Efficiency : R.E. In order to make the comparison, the studied areas have been divided into 100 units. The populations are simulated by poisson cluster process with parameter  $\lambda = 20$ . Simulation of populations in 3 cases and surrounded by Bivariate Normal with sample size of 4,8,16 and 32 units. Each sample size is divided into 100 models.

The result shows that in comparison of the efficiency in term of accuracy for mean estimators of initial simple random sampling without replacement under Adaptive Cluster Sampling and Nonadaptive illustrates that mean estimators under Adaptive Cluster Sampling is more efficient than mean estimators under Nonadaptive in all 3 cases and in every sample size, including  $n=4, 8, 16$  and 32. By increasing in sample size will result in more accuracy in both methods. And Adaptive Cluster Sampling is suitable for random sampling of interested properties which are in single cluster. This could be the category of scarce properties, for instance, herd of cattle, various kind of plants, fossils and mineral resources. For Nonadaptive is suitable for interested properties which are dispersed.

Department.....Statistics.....

Student's signature.....

Field of study.....Statistics.....

Advisor's signature.....

Academic year.....2003.....

วิชาญ โชควิวัฒน์

ศาสตราจารย์ นพ. นพ. นพ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความอนุเคราะห์จาก รศ.นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ และ อ.ณรงค์ฤทธิ์ อัครเรืองพิภพ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ จึงใคร่ขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา และรองศาสตราจารย์ วัชรภรณ์ สุริยาภิวัฒน์ ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้โอกาสทางการศึกษาและประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ท้ายสุดนี้กราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา พี่สาว และญาติๆ ซึ่งสนับสนุนด้านการเงิน และให้กำลังใจ รวมทั้งขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฐ
สารบัญกราฟ.....	ฑ
บทที่	
1    บทนำ	
1.1    ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2    วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3    ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4    คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย.....	3
1.5    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1    แนวคิดและทฤษฎี.....	7
2.1.1    แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling).....	7
2.1.2    แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive Cluster Sampling).....	8
2.1.3    แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive Cluster Sampling) ที่ทำการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นอย่างง่าย .....	9
2.1.4    แผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายแบบที่ไม่ปรับ (Simple Random Sampling) .....	16
2.2    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

3	วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1	ขั้นตอนการจำลองประชากรที่มีลักษณะหายาก .....	19
3.2	การคำนวณหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency : R.E.) .....	20
3.3	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ.....	21
*	ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการจำลองประชากรที่มีลักษณะหายาก ซึ่งอาศัยกระบวนการพัชของคลัสเตอร์	
	- ประชากรกรณีที่ 1.....	22
	- ประชากรกรณีที่ 2.....	26
	- ประชากรกรณีที่ 3.....	28
*	ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม S-Plus 2000 ในการสุ่มตำแหน่งของพื้นที่	
	- การสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 4 หน่วย (n=4) จำนวน 100 รูปแบบ .....	32
	- การสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 8 หน่วย (n=8) จำนวน 100 รูปแบบ .....	36
	- การสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 16 หน่วย (n=16) จำนวน 100 รูปแบบ..	40
	- การสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 32 หน่วย (n=32) จำนวน 100 รูปแบบ ..	44
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1	ผลการวิเคราะห์ในเชิงแนวคิดทางทฤษฎี .....	50
4.1.1	แนวคิดของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณ Horvitz-Thompson ที่ทำการสุ่มขั้นต้นอย่างง่ายโดยไม่ใส่คืน ภายใต้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive Cluster Sampling : SRS1) .....	50
4.1.2	แนวคิดของตัวประมาณค่าเฉลี่ยของแผนแบบการสุ่มตัวอย่าง แบบง่ายโดยไม่ใส่คืนภายใต้แผนแบบที่ไม่ได้ปรับ (Simple Random Sampling : SRS2) .....	53



สารบัญ (ต่อ)

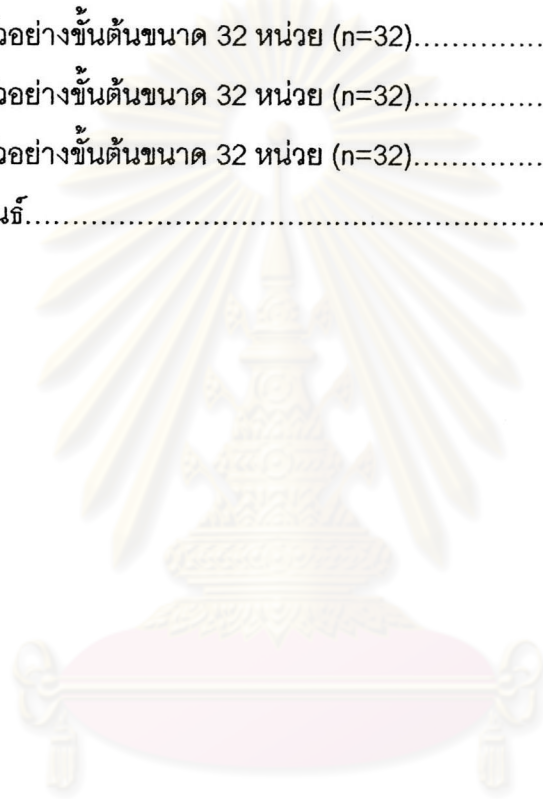
บทที่	หน้า
4.2 ผลการวิเคราะห์จากการจำลองแบบประชากรที่หายาก.....	60
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1.....	60
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 2.....	63
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 3.....	66
4.2.4 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบประชากรที่มีลักษณะหายาก กรณีที่ 1, 2 และ 3.....	68
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	73
5.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ในเชิงแนวคิดทางทฤษฎี.....	73
5.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์จากการจำลองแบบประชากรที่หายาก.....	73
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	75
รายการอ้างอิง.....	76
ภาคผนวก	
ก ตัวอย่างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive Cluster Sampling) ที่ทำการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นอย่างง่าย.....	78
ตัวอย่างที่ 1.....	78
ตัวอย่างที่ 2.....	81
ตัวอย่างที่ 3.....	82
ข ผลการคำนวณ.....	85
กรณีที่ 1 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 4 หน่วย (n=4).....	85
กรณีที่ 2 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 4 หน่วย (n=4).....	93
กรณีที่ 3 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 4 หน่วย (n=4).....	101
กรณีที่ 1 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 8 หน่วย (n=8).....	109
กรณีที่ 2 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 8 หน่วย (n=8).....	117
กรณีที่ 3 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 8 หน่วย (n=8).....	125

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

กรณีที่ 1 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 16 หน่วย (n=16).....	133
กรณีที่ 2 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 16 หน่วย (n=16).....	141
กรณีที่ 3 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 16 หน่วย (n=16).....	149
กรณีที่ 1 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 32 หน่วย (n=32).....	157
กรณีที่ 2 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 32 หน่วย (n=32).....	165
กรณีที่ 3 ตัวอย่างขั้นต้นขนาด 32 หน่วย (n=32).....	173
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	181



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1	ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณของ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับและไม่ได้ปรับ 22
2	ตารางแสดงการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 4 หน่วย ( $n=4$ ) จำนวน 100 รูปแบบ.....32
3	ตารางแสดงการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 8 หน่วย ( $n=8$ ) จำนวน 100 รูปแบบ.....36
4	ตารางแสดงการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 16 หน่วย ( $n=16$ ) จำนวน 100 รูปแบบ.....40
5	ตารางแสดงการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 32 หน่วย ( $n=32$ ) จำนวน 100 รูปแบบ.....44
6	ตารางแสดงผลการคำนวณของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1.....60
7	ตารางแสดงผลการคำนวณของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 2.....63
8	ตารางแสดงผลการคำนวณของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 3.....66
9	ตารางตารางแสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าความแปรปรวน ( $\text{var}(\bar{y}_{\text{SRS}})$ ) ของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1, 2 และ 3.....68
10	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency : R.E.) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณในแผนแบบการสุ่มตัวอย่าง แบบกลุ่มปรับ ในประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1, 2 และ 3.....70
11	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency : R.E.) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณในแผนแบบการสุ่มตัวอย่าง แบบที่ไม่ปรับ ในประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1, 2 และ 3.....72
12	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 1 เมื่อ $n=4$ .....85
13	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 2 เมื่อ $n=4$ .....93
14	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 3 เมื่อ $n=4$ .....101
15	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 1 เมื่อ $n=8$ .....109
16	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 2 เมื่อ $n=8$ .....117
17	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 3 เมื่อ $n=8$ .....125
18	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 1 เมื่อ $n=16$ .....133
19	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ( R.E.) กรณี 2 เมื่อ $n=16$ .....141

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
20	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพันธ์ ( R.E.) กรณี 3 เมื่อ n=16.....	149
21	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพันธ์ ( R.E.) กรณี 1 เมื่อ n=32.....	157
22	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพันธ์ ( R.E.) กรณี 2 เมื่อ n=32.....	165
23	ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพันธ์ ( R.E.) กรณี 3 เมื่อ n=32.....	173



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ภาพแสดงหน่วยขอบ (Edge Unit) Network และกลุ่ม (Cluster) เมื่อสุ่มตัวอย่างแบบง่ายขนาด $n=6$ .....	5
2	ภาพแสดงแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive Cluster Sampling) ในการประมาณจำนวนจุดของค่าสังเกตในบริเวณที่ศึกษา 400 หน่วย.....	11
3	ภาพแสดงที่ตั้งและจำนวนของสิ่งที่เราสนใจ.....	13
4	ภาพแสดงการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นขนาด 8 หน่วย ( $n=8$ ).....	13
5	ภาพแสดงการขยายพื้นที่ในลักษณะ ขึ้น-ลง-ซ้าย-ขวา และขยายไปเรื่อย ๆ จนจะไม่พบสิ่งที่เราสนใจ.....	14
6	ภาพแสดงพื้นที่ที่จะตกเป็นตัวอย่างตามตัวเลขที่กำหนด.....	20
7	ภาพแสดงประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1 ซึ่งอาศัยกระบวนการพัชของคลัสเตอร์.....	25
8	ภาพแสดงประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 2 ซึ่งอาศัยกระบวนการพัชของคลัสเตอร์.....	28
9	ภาพแสดงประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 3 ซึ่งอาศัยกระบวนการพัชของคลัสเตอร์.....	31
10	ภาพแนวคิดของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยไม่ใส่คืน ภายใต้แผนแบบที่ไม่ได้ปรับ.....	53

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญกราฟ

กราฟ

หน้า

1	กราฟเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1.....	61
2	กราฟแสดงค่า R.E. ทุก ๆ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1.....	62
3	กราฟเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 2.....	63
4	กราฟแสดงค่า R.E. ทุก ๆ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 2.....	65
5	กราฟเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 3.....	66
6	กราฟแสดงค่า R.E. ทุก ๆ ขนาดตัวอย่างของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 3.....	68
7	กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่า $\text{var}(\bar{y}_{\text{SRS1}})$ ของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1,2 และ 3.....	69
8	กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่า $\text{var}(\bar{y}_{\text{SRS2}})$ ของประชากรที่มีลักษณะหายากกรณีที่ 1,2 และ 3.....	71

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย