บทที่ 3

วิธีการเลือกครัวเรือนตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

<u>การศึกษาเรื่องครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร</u>

จากประโยชน์ของตัวอย่างหลักในข้อที่ว่า ถ้าใช้ตัวอย่างหลักเป็นกรอบตัวอย่างจะทำให้ความแม่นยำของการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น เพราะมีการใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้แล้วให้เกิดประโยชน์ ผู้ทำการวิจัยจึงจัดทำการศึกษาเรื่องของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครขึ้น โดยจะอาศัยผลลัพธ์จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ถ้าใช้ตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่างจะทำให้ความแม่นยำของการสุ่มตัวอย่างซึ่งในที่นี้จะอยู่ในรูปค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของตัวสถิติ มากกว่าของการใช้กรอบตัวอย่างแบบรายชื่อสำเนาทะเบียนบ้านจากสำนักงานทะเบียนท้องถิ่นทั้ง 24 เขต ในกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเรื่องของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครที่สนใจศึกษา (ตัวพารามิเตอร์) ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานคร จำแนกตามเพศ ระดับอายุ และยอดรวม ได้แก่ จำนวนประชากรเพศหญิงในกรุงเทพมหานคร จำนวนประชากรเพศชายในกรุงเทพมหานคร จำนวนประชากรที่มีอายุระหว่าง 0 – 10 ปี ในกรุงเทพมหานคร จำนวนประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปในกรุงเทพมหานคร และจำนวนประชากรทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร เป็นต้น

2. ขนาดเฉลี่ยของครัวเรือน (Average household size)ในกรุงเทพมหานคร พิจารณาโดยจำแนกตามเพศ ระดับอายุ และยอดรวม ได้แก่ จำนวนประชากรเพศหญิงในกรุงเทพมหานครเฉลี่ยต่อครัวเรือน จำนวนประชากรเพศชายในกรุงเทพมหานครเฉลี่ยต่อครัวเรือน จำนวนประชากรที่มีอายุระหว่าง 0 – 10 ปีในกรุงเทพมหานครเฉลี่ยต่อครัวเรือน จำนวนประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปในกรุงเทพมหานครเฉลี่ยต่อครัวเรือน และจำนวนประชากรทั้งหมดในกรุงเทพมหานครเฉลี่ยต่อครัวเรือน เป็นต้น

i 18318671

สำหรับข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จัดเป็นข้อมูลประเภททุติยภูมิ (Secondary data) ได้แก่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนของกรุงเทพมหานคร สิ้นสุดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2520 จำแนกตามเพศและระดับอายุ แหล่งที่มาของข้อมูลทั้ง 2 แหล่ง คือ แหล่งแรก ได้มาจากตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร และแหล่งที่สอง ได้มาจากสำนักงานทะเบียนท้องถิ่นทั้ง 24 เขตปกครองในกรุงเทพมหานคร ซึ่งถ้าพิจารณาถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลแล้ว จะพบว่าข้อมูลที่ได้มาจากตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครนั้น น่าเชื่อถือกว่าที่ได้มาจากสำนักงานทะเบียนท้องถิ่น เพราะในกรณีแรกนั้นเวลาเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้จัดทำตัวอย่างหลักได้จัดส่งพนักงานสัมภาษณ์ออกไปสอบถามจากหัวหน้าครัวเรือนหรือผู้แทนของหัวหน้าครัวเรือนเองโดยตรง ย่อมใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่ในกรณีหลังอาศัยข้อมูลจากสำเนาทะเบียนบ้านซึ่งตกเป็นตัวอย่างจาก 24 เขตปกครอง ในกรณีนี้ข้อมูลมีความผิดพลาดมาก เช่น สมาชิกในครอบครัวถึงแก่กรรม รายชื่อในสำเนาทะเบียนบ้านยังคงมีอยู่ เพราะหัวหน้าครัวเรือนยังไม่ได้ไปแจ้งกับทางเขต หรือเมื่อสมาชิกในครัวเรือนย้ายไปอยู่ที่อื่น แต่ทางเขตยังไม่ได้รับการแจ้งย้ายออกเช่นนี้ เป็นต้น เนื่องจากเราต้องการศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างของกรอบตัวอย่างหลัก และกรอบตัวอย่างแบบรายชื่อสำเนาทะเบียนบ้าน เราจะพิจารณาให้ข้อมูลที่ได้มาจากทั้ง 2 แหล่ง มีความผิดพลาดเกิดขึ้นพอ ๆ กัน และข้อมูลที่อยู่ในลักษณะของจำนวนคนจำแนกตามเพศ และระดับอายุ มีความแปรปรวนในข้อมูลระหว่างเพศทั้งสองและระดับอายุไม่ค่อยแตกต่างกัน

ถ้าเป็นการจัดทำสำมะโนเรามักจะสามารถหาค่าพารามิเตอร์ได้เลย เพราะว่าเรามีข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ครบทุกหน่วยในประชากร (Population or universe) แต่เนื่องจากเรามีงบประมาณจำกัด จึงจัดทำการสำรวจเฉพาะเรื่องที่น่าสนใจของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเท่านั้น ในที่นี้คือ จำนวนประชากรและขนาดเฉลี่ยของครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร จำแนกตามเพศ ระดับอายุ และยอดรวม ดังกล่าวมาแล้ว โดยใช้ครัวเรือนตัวอย่างจำนวน 500 ครัวเรือน ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ออกมาในรูปของตัวสถิติ นำมาศึกษาแทนค่าของพารามิเตอร์ได้

แบบการเลือกครัวเรือนตัวอย่างที่จะนำมาเปรียบเทียบ

ในการศึกษาครั้งนี้ จะจัดทำการสำรวจขึ้น 2 ชุด โดยชุดแรกใช้ตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง และชุดที่ 2 ใช้รายชื่อสำเนาทะเบียนบ้านจากสำนักงานทะเบียนท้องถิ่นทั้ง 24 เขตปกครองในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง ดำเนินการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างของตัวสถิติ (ความแม่นยำของการสุ่มตัวอย่าง) จากการสำรวจทั้ง 2 ชุด ในรูปความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของตัวสถิตินั้น ๆ โดยใช้ขนาดครัวเรือนตัวอย่างเท่ากัน และวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเดียวกัน ในการนี้ จะแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. แบบการเลือกครัวเรือนตัวอย่างที่ใช้ตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง

จากประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ จำนวนครัวเรือนทั้งหมดทั้ง 24 เขตปกครองในกรุงเทพมหานครสิ้นสุดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2520 มีจำนวน 623,192 ครัวเรือน เป็นข้อมูลที่ได้จากแผนกเลือกตั้งและสถิติ กองปกครองและทะเบียน ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร เลือกครัวเรือนขึ้นมาเป็นตัวอย่างจำนวน 500 ครัวเรือน โดยอาศัยตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง ให้กระจายทั่วทุกเขตปกครองด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง 2 ขั้น แบบมีการแบ่งประชากรออกเป็นชั้นภูมิ และมีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ขั้น แบบใช้ความน่าจะเป็นเท่ากัน (Stratified two-stage random sampling) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้คือ

ขั้นที่ 1 จากตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร พิจารณาส่วนพื้นที่ (segment) 1,000 ส่วนใน 24 เขตปกครอง ซึ่งทราบจำนวนส่วนพื้นที่ในแต่ละเขตปกครอง แบ่งส่วนพื้นที่ทั้งหมดออกเป็น 200 บล็อค (blocks) บล็อคละ 5 ส่วนพื้นที่ เลือกบล็อคตัวอย่างขึ้นมา 50 บล็อค โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบมีการแบ่งบล็อคให้เป็นชั้นภูมิ (เขต) ก่อน (Stratified random sampling) และเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบไม่มีการแทนที่ด้วย (Sampling without replacement) อาศัยข้อมูลจากตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร สุ่มบล็อคตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ (เขต) ขึ้นมา ให้ขนาดของบล็อคตัวอย่างที่ได้เป็นสัดส่วนกับขนาดของเขต

(จำนวนบล็อกในแต่ละเขต ซึ่งรวมกันทั้ง 24 เขตปกครองไม่เกิน 200 บล็อก) ซึ่งอย่างน้อยจะต้องได้เขตละ 2 บล็อกตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 จากแต่ละบล็อกตัวอย่างที่เลือกได้ เลือกส่วนพื้นที่ขึ้นมาเป็นตัวอย่างบล็อก-ตัวอย่างละ 2 ส่วน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling)จะได้ส่วนพื้นที่ตัวอย่างทั้งหมด 100 ส่วน ในแต่ละส่วนพื้นที่ตัวอย่างประกอบด้วย 5 ครัวเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการจากทุกครัวเรือนในส่วนพื้นที่ตัวอย่าง บันทึกลงในแบบสัดลอกที่เตรียมไว้ (ตามที่ปรากฏอยู่ในภาคผนวก) โดยอาศัยข้อมูลของครัวเรือนที่เก็บรวบรวมไว้ในตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร

ครัวเรือนตัวอย่างที่ใช้จำนวน 500 ครัวเรือนนี้ ถ้าพิจารณาเทียบกับจำนวนครัวเรือนในประชากรแล้ว คิดเป็น 0.0008 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าน้อยมาก แต่เนื่องจากเรากำหนดให้จำนวนครัวเรือนตัวอย่างของการสำรวจทั้ง 2 ชุดเท่ากัน และในการสำรวจชุดหลังที่ใช้รายชื่อสำเนาทะเบียนบ้านเป็นกรอบตัวอย่างอย่างนั้น เราต้องออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลตามเขตต่าง ๆ ทั้งหมด 24 เขตเอง เพื่อประหยัดเวลา กำลังคน งบประมาณ และให้เหมาะสมกับการศึกษาในครั้งนี้

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ แบ่งการพิจารณาการประมาณค่าพารามิเตอร์ออกเป็น 2 ขั้น โดยที่ขั้นแรกเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ในประชากรย่อย (Sub-population) และขั้นที่ 2 เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ในประชากร ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> การประมาณค่าพารามิเตอร์ในประชากรย่อย

สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในประชากรย่อยนั้น เราจะถือเสมือนว่าตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นประชากรย่อย และมีลักษณะเช่นเดียวกับประชากรที่เรากำหนดขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งจะใช้สัญลักษณ์ในการประมาณค่า ดังนี้คือ

ให้ L เป็นจำนวนเขตทั้งหมดในประชากรย่อย (ตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร) ในกรณีนี้ L = 24 เขต

G เป็นจำนวนบล็อกทั้งหมดในประชากรย่อย ซึ่ง G = 200 บล็อก ในที่นี้ G = n (n คือ จำนวนบล็อกตัวอย่างทั้งหมดที่เลือกมาจากประชากร)

G_h เป็นจำนวนบล็อคในเขต h ในประชากรย่อย ; h = 1,2,...,L

และ $\sum_{h=1}^{L} G_h = G$ (ซึ่งในที่นี้ $G_h = n_h$ คือจำนวนบล็อคตัวอย่างที่เลือกมาจากเขตที่ h ในประชากร)

g_h เป็นจำนวนบล็อคตัวอย่างย่อยที่เลือกมาจากเขต h ซึ่งอย่างน้อย g_h = 2 บล็อค ; h = 1,2,...,L; ค่าของ g_h ขึ้นอยู่กับ h เช่น h=1 หมายถึงเขตพระนคร g_1 = 2 บล็อค เป็นต้น

g เป็นจำนวนบล็อคตัวอย่างทั้งหมดในตัวอย่างย่อยที่ต้องการ ซึ่ง $g = \sum_{h=1}^{L} g_h$ = 50 บล็อค

$R_{h\ell}$ เป็นจำนวนส่วนพื้นที่ที่มีอยู่ในบล็อคที่ ℓ ในเขต h ในประชากรย่อย ; $\ell = 1,2,...,g_h$; h = 1,2,...,L สำหรับกรณีนี้ $R_{h\ell}$ = 5 ส่วนพื้นที่

$r_{h\ell}$ เป็นจำนวนส่วนพื้นที่ตัวอย่างย่อยที่สุ่มมาจากบล็อคที่ ℓ ในเขต h; $\ell = 1,2,...,g_h$; h = 1,2,...,L สำหรับกรณีนี้ $r_{h\ell}$ = 2 ส่วนพื้นที่

ให้ $X_{h\ell pu}$ คือจำนวนคนทั้งหมด สำหรับพวกที่ u ในส่วนพื้นที่ที่ p ในบล็อคที่ ℓ ซึ่งอยู่ในเขต h ของประชากรย่อย u = 1,2,...,d (ซึ่ง d เป็นจำนวนพวกที่มีทั้งหมด ในกรณีนี้ ถ้า u = เพศ จะได้ d = 2); p = 1,2,..., $R_{h\ell}$; $\ell = 1,2,...,G_h$ และ h = 1,2,...,L จะได้ว่า

$$X'_{h\ell u} = \sum_{p=1}^{R_{h\ell}} X'_{h\ell pu}, \quad X'_{hu} = \sum_{\ell=1}^{G_h} X'_{h\ell u}, \quad X'_{u} = \sum_{h=1}^{L} X'_{hu}$$

และ $X' = \sum_{u=1}^{d} X'_u$

$$\bar{X}'_{h\ell u} = \frac{X'_{h\ell u}}{R_{h\ell}} = \text{ค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่สำหรับพวกที่ u ในบล็อคที่ } \ell$$

และเขตที่ h ในประชากรย่อย

$\bar{X}'_{hu} = \frac{X'_{hu}}{G_h}$ = ค่าเฉลี่ยต่อบล็อคสำหรับพวกที่ u ในเขตที่ h ในประชากรย่อย

$\bar{\bar{X}}'_{hu} = \frac{X'_{hu}}{G_h \sum_{\ell=1} R_{h\ell}}$ = ค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่ สำหรับพวกที่ u ในเขตที่ h ในประชากรย่อย

$\bar{X}'_u = \frac{X'_u}{G}$ = ค่าเฉลี่ยต่อบล็อก สำหรับพวกที่ u ในประชากรย่อย

$\bar{\bar{X}}'_u = \frac{X'_u}{G_h \sum_{h=1}^{L} \sum_{\ell=1} R_{h\ell}}$ = ค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่ สำหรับพวกที่ u ในประชากรย่อย

$\bar{X}' = \sum_{u=1}^{d} \bar{X}_u$ = ค่าเฉลี่ยต่อบล็อคในประชากรย่อย

$\bar{\bar{X}}' = \sum_{u=1}^{d} \bar{\bar{X}}'_u$ = ค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่ในประชากรย่อย

ให้ $x'_{h\ell pu}$ เป็นจำนวนคนทั้งหมด สำหรับพวกที่ u ในส่วนพื้นที่ที่ p ในบล็อกที่ ℓ ซึ่งอยู่ในเขต h ของตัวอย่างย่อย $u = 1,2,\ldots,d$; $p = 1,2,\ldots,r_{h\ell}$; $\ell = 1,2,\ldots,g_h$ และ $h = 1,2,\ldots,L$

$x'_{h\ell u} = \sum_{p=1}^{r_{h\ell}} x'_{h\ell pu}$

$\bar{x}'_{h\ell u} = \frac{x'_{h\ell u}}{r_{h\ell}}$ = ค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่ตัวอย่าง สำหรับพวกที่ u ในบล็อกที่ ℓ ซึ่งอยู่ในเขต h ของตัวอย่างย่อย

ให้ $x^*_{h\ell u} = G_h R_{h\ell} \bar{x}'_{h\ell u}$

จะได้ว่า $x'^{*}_{hou} = \frac{1}{g_h} \sum_{\ell=1}^{g_h} x^{*}_{h\ell u}$

$$x'_u = \sum_{h=1}^{L} x'^{*}_{hou}$$

$$x' = \sum_{u=1}^{d} x'_u$$

จากทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 เราจะทราบว่า

1. $x'^{*}_{h\ell u}$ เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ X'_{hu} แต่อาศัยเฉพาะจำนวนคนทั้งหมดจากส่วนพื้นที่ตัวอย่างในบล็อกที่ ℓ ในประชากรย่อย

2. x'^{*}_{hou} เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ X'_{hu} ที่มีความแปรปรวนดังนี้

$$V(x'^{*}_{hou}) = G_h^2 \bar{R}_h^2 \left(1 - \frac{g_h}{G_h}\right) \frac{S^2_{hb_s}}{g_h} + \frac{G_h}{g_h} \sum_{\ell=1}^{g_h} R^2_{h\ell} \left(1 - \frac{r_{h\ell}}{R_{h\ell}}\right) \frac{S^2_{hw\ell_s}}{r_{h\ell}}$$

โดยที่ $\bar{R}_h = \frac{\sum_{\ell=1}^{G_h} R_{h\ell}}{G_h}$

$$S^2_{hb_s} = \frac{1}{G_h - 1} \sum_{\ell=1}^{G_h} \left(\frac{R_{h\ell}}{\bar{R}_h} \bar{X}'_{h\ell u} - \bar{\bar{X}}'_{hu}\right)^2$$

$$S^2_{hw\ell_s} = \frac{1}{R_{h\ell} - 1} \sum_{p=1}^{R_{h\ell}} \left(X'_{h\ell pu} - \bar{X}'_{h\ell u}\right)^2$$

ตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ $V(x'^{*}_{hou})$ คือ

$$v(x'^{*}_{hou}) = G_h^2 \bar{R}_h^2 \left(1 - \frac{g_h}{G_h}\right) \frac{s^2_{hb_s}}{g_h} + \frac{G_h}{g_h} \sum_{\ell=1}^{g_h} R^2_{h\ell} \left(1 - \frac{r_{h\ell}}{R_{h\ell}}\right) \frac{s^2_{hw\ell_s}}{r_{h\ell}}$$

โดยที่ $s^2_{hb_s} = \frac{1}{g_h - 1} \sum_{\ell=1}^{g_h} \left(\frac{R_{h\ell}}{\bar{R}_h} \bar{x}'_{h\ell u} - \bar{\bar{x}}'_{hu} \right)^2$

$s^2_{hw\ell_s} = \frac{1}{r_{h\ell} - 1} \sum_{p=1}^{r_{h\ell}} \left(x'_{h\ell pu} - \bar{x}'_{h\ell u} \right)^2$

$\bar{\bar{x}}'_{hu} = \frac{x^*_{hou}}{G_h \bar{R}_h}$

3. x'_u เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ X'_u โดยมีความแปรปรวน

$$V(x'_u) = \sum_{h=1}^{L} V(x^*_{hou})$$

และตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ $V(x_u)$ คือ

$$v(x'_u) = \sum_{h=1}^{L} v(x^*_{hou})$$

4. x' เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ X' โดยมีความแปรปรวน

$$V(x') = \sum_{u=1}^{d} V(x'_u)$$

และเป็นความแปรปรวนที่ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉด้วย

$$v(x') = \sum_{u=1}^{d} v(x'_u)$$

5. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อบล็อก สำหรับพวกที่ u ในประชากรย่อย ($\bar{x}'_u$) โดยไม่มีความเอียงเฉด้วย $\bar{x}'_u$ โดยมีความแปรปรวน

$$V(\bar{x}'_u) = \frac{1}{G^2} V(x'_u)$$

และประมาณค่าความแปรปรวนโดยไม่ให้มีความเอียงเฉด้วย

$$v(\bar{x}'_u) = \frac{1}{G^2} v(x'_u)$$

6. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่ สำหรับพวกที่ u ($\bar{\bar{x}}'_u$) โดยไม่ให้มีความเอียง-เฉ้ด้วย $\bar{\bar{x}}'_u$ โดยมีความแปรปรวน

$$V(\bar{\bar{x}}'_u) = \frac{1}{(\sum_{h=1}^{L} \frac{G_h}{\sum_{\ell=1}} R_{h\ell})^2} V(x'_u)$$

และประมาณค่าความแปรปรวนโดยไม่ให้มีความเอียงเฉด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}'_u) = \frac{1}{(\sum_{h=1}^{L} \frac{G_h}{\sum_{\ell=1}} R_{h\ell})^2} v(x'_u)$$

7. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อหลอด ในประชากรย่อย ($\bar{\bar{x}}'$) โดยไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย $\bar{\bar{x}}'$ โดยมีความแปรปรวน

$$V(\bar{\bar{x}}') = \sum_{u=1}^{d} V(\bar{\bar{x}}'_u)$$

และประมาณค่าความแปรปรวนโดยไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}') = \sum_{u=1}^{d} v(\bar{\bar{x}}'_u)$$

8. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อส่วนพื้นที่ ในประชากรย่อย ($\bar{\bar{x}}'$) โดยไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย $\bar{\bar{x}}'$ โดยมีความแปรปรวน

$$V(\bar{\bar{x}}') = \sum_{u=1}^{d} V(\bar{\bar{x}}'_u)$$

และประมาณค่าความแปรปรวนโดยไม่ให้มีความเอียงเฉด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}') = \sum_{u=1}^{d} v(\bar{\bar{x}}'_u)$$

ในกรณีของตัวอย่างย่อยนี้ ค่าของ $X'_{h\ell pu}$ และ $x'_{h\ell pu}$ ได้มาจาก 5 ครัว-เรือน สำหรับพวกที่ u ในส่วนพื้นที่ที่ p ในบล็อกที่ ℓ และในเขตที่ h

ให้ $X'_{h\ell ptu}$ เป็นจำนวนสมาชิก สำหรับพวกที่ u ในครัวเรือนที่ t ส่วนพื้นที่ที่ p บล็อกที่ ℓ และในเขต h ในประชากรย่อย ; $u = 1,2,\ldots,d$; $t = 1,2,\ldots,5$; $p = 1,2,\ldots,R_{h\ell}$; $\ell = 1,2,\ldots,G_h$ และ $h = 1,2,\ldots,L$

และให้ $x'_{h\ell ptu}$ เป็นจำนวนสมาชิก สำหรับพวกที่ u ในครัวเรือนที่ t ส่วนพื้นที่ที่ p บล็อกที่ ℓ และในเขตที่ h ของตัวอย่างย่อย ; $u = 1,2,\ldots,d$; $t = 1,2,\ldots,5$; $p = 1,2,\ldots,r_{h\ell}$; $\ell = 1,2,\ldots,g_h$ และ $h = 1,2,\ldots,L$

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ ในกรณีของตัวอย่างย่อย จะกล่าวถึงเฉพาะที่จะนำไปใช้ในส่วนที่ 2 ดังนี้คือ

การประมาณยอดรวม (จำนวนประชากรทั้งหมด) สำหรับพวกที่ u ในเขตของประชากรย่อย (X'_{hu}) โดยไม่มีความเอียงเฉ (เมื่อแทนค่า $R_{h\ell} = 5$, $r_{h\ell} = 2$) ด้วย

$$x^{*}_{hou} = \frac{5}{2}\,\frac{G_h}{g_h}\sum_{\ell=1}^{g_h}\sum_{p=1}^{2}\sum_{t=1}^{5} x'_{h\ell pu}$$

โดยประมาณความแปรปรวนของ x^{*}_{hou} ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(x^{*}_{hou}) = 25G_h^2\left(1-\frac{g_h}{G_h}\right)\frac{s^2_{hbs}}{g_h} + \frac{15}{2}\,\frac{G_h}{g_h}\sum_{\ell=1}^{g_h}\frac{s^2_{hw\ell s}}{r_{h\ell}}$$

<u>ส่วนที่ 2</u> การประมาณค่าพารามิเตอร์ในประชากร

เราจะใช้ตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ในประชากรย่อยมาช่วยประมาณค่าพารามิเตอร์ในประชากร โดยอาศัยการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครประกอบ และยึดหลักวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 ดังนี้คือ

1. การประมาณยอดรวมและค่าเฉลี่ย สำหรับพวกที่ u ในเขต h ของประชากร จะปรากฏผลดังนี้

1.1 ประมาณค่ายอดรวม (จำนวนประชากรทั้งหมด) สำหรับพวกที่ u ในเขต h ในกรุงเทพมหานคร X_{hu} (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 1-2ของภาพผนวก) ด้วย

$$x^{*}_{hou} = 10 \frac{N_h}{n_h} \sum_{\ell=1}^{g_h} x'_{h\ell u}$$

สำหรับความแปรปรวนของ x^{*}_{hou} จะมีตัวประมาณค่า คือ

$$v(x^{*}_{hou}) = 5 \frac{N_h}{n_h} \left\{ 80 (N_h - n_h) s^2_{hb_s} + \frac{3}{2} \sum_{\ell=1}^{g_h} s^2_{hw\ell_s} \right\}$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 5-6 ของภาคผนวก โดยที่

$$s^2_{hb_s} = \frac{1}{g_h - 1} \sum_{\ell=1}^{g_h} (\bar{x}'_{h\ell u} - \bar{\bar{x}}'_{hu})^2$$

$$s^2_{hw\ell_s} = \sum_{p=1}^{2} (x'_{h\ell pu} - \bar{x}'_{h\ell u})^2$$

$$\bar{x}_{h\ell u} = \frac{x'_{h\ell u}}{2}$$

$$\bar{\bar{x}}'_{hu} = \frac{x^{*}_{hou}}{5 G_h}$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ x^{*}_{hou} คือ $CV.(x^{*}_{hou})$ โดยมีตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉ คือ

$$cv.(x^{*}_{hou}) = \frac{v(x^{*}_{hou})}{x^{*}_{hou}}$$

1.2 ประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในเขต h ในกรุงเทพมหานคร $\bar{\bar{X}}_{hu}$ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 3-4 ของภาคผนวก) ด้วย

$$\bar{\bar{X}}_{hu} = \frac{x^*_{hou}}{100N_h}$$ โดยอาศัยค่า x^*_{hou} จากข้อ 1.1

ความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}_{hu}$ มีตัวประมาณค่า คือ

$$v(\bar{\bar{x}}_{hu}) = \frac{1}{10,000\ N_h^2}\ v(x^*_{hou})$$

โดยอาศัยค่า $v(x^*_{hou})$ จากข้อ 1.1

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 7-8 ของภาคผนวก

และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ $\bar{\bar{x}}_{hu}$ มีตัวประมาณค่า คือ

$$cv.(\bar{\bar{x}}_{hu}) = \frac{\sqrt{v(\bar{\bar{x}}_{hu})}}{\bar{\bar{x}}_{hu}}$$

2. การประมาณยอดรวมและค่าเฉลี่ย สำหรับพวกที่ u ของประชากร จะปรากฏผลดังนี้

2.1 ประมาณค่ายอดรวม (จำนวนประชากรทั้งหมด) สำหรับพวกที่ u ในกรุงเทพมหานคร X_u (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 1-2 ของภาคผนวก) ด้วย

$$x_u = \sum_{h=1}^{24} x^*_{hou}$$ โดยอาศัยค่า x^*_{hou} จากข้อ 1.1

โดยประมาณค่าความแปรปรวนของ x_u ด้วย

$$v(x_u) = \sum_{h=1}^{24} v(x^*_{hou})$$

โดยอาศัยค่า $v(x^*_{hou})$ จากข้อ 1.1

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 5-6 ของภาคผนวก

และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ x_u ด้วย

$$cv.(x_u) = \frac{\sqrt{v(x_u)}}{x_u}$$

2.2 ประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในกรุงเทพมหานคร $\bar{\bar{x}}_u$ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 3-4 ของภาคผนวก) ด้วย

$$\bar{\bar{x}}_u = \frac{x_u}{629,300}$$ โดยอาศัยค่า x_u จากข้อ 2.1

ประมาณค่าความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}_u$ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}_u) = \frac{1}{396,018,490,000}\ v(x_u)$$

โดยอาศัยค่า $v(x_u)$ จากข้อ 2.1

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 7-8 ของภาคผนวก

และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ $\bar{\bar{x}}_u$ มีตัวประมาณค่า คือ

$$cv.(\bar{\bar{x}}_u) = \frac{\sqrt{v(\bar{\bar{x}}_u)}}{\bar{\bar{x}}_u}$$

3. การประมาณยอดรวมและค่าเฉลี่ยของประชากร จะปรากฏผลดังนี้

3.1 ประมาณค่ายอดรวม (จำนวนประชากรทั้งหมด) ในกรุงเทพมหานคร (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 1-2 ของภาคผนวก) ด้วย

$$x = \sum_{u=1}^{d} x_u$$ โดยอาศัยค่า x_u จากข้อ 2.1

ซึ่งประมาณค่าความแปรปรวนของ x ด้วย

$$v(x) = \sum_{u=1}^{d} v(x_u)$$

โดยอาศัยค่า $v(x_u)$ จากข้อ 2.1

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 25 ของภาคผนวก

และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ x มีตัวประมาณค่า คือ

$$cv.(x) = \frac{\sqrt{v(x)}}{x}$$

3.2 ประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรทั้งหมดต่อครัวเรือน ในกรุงเทพมหานคร $\bar{\bar{x}}$ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 25 ของภาคผนวก) ด้วย

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{u=1}^{d} \bar{\bar{x}}_u \qquad \text{โดยอาศัยค่าของ } \bar{\bar{x}}_u \text{ จากข้อ 2.2}$$

ประมาณค่าความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}$ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}) = \sum_{u=1}^{d} v(\bar{\bar{x}}_u)$$

โดยอาศัยค่าของ $v(\bar{\bar{x}}_u)$ จากข้อ 2.2

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 25 ของภาคผนวก

และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ $\bar{\bar{x}}$ มีตัวประมาณค่า คือ

$$cv.(\bar{\bar{x}}) = \frac{\sqrt{v(\bar{\bar{x}})}}{\bar{\bar{x}}}$$

2. <u>แบบการเลือกครัวเรือนตัวอย่างที่ใช้รายชื่อสำเนาทะเบียนบ้านจากสำนักงานทะเบียนท้องถิ่น ทั้ง 24 เขตปกครองในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง</u>

จากประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (เช่นเดียวกับประชากรในตอนที่ 1) คือ จำนวนครัวเรือนทั้งหมดทั้ง 24 เขตปกครองในกรุงเทพมหานคร สิ้นสุดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2520 มีจำนวน 627,192 ครัวเรือน เป็นข้อมูลที่ได้จากแผนกเลือกตั้งและสถิติ กองปกครองและทะเบียน ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร จะเลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่างจำนวน 500 ครัวเรือน ให้กระจายทั่วทุกเขตปกครองด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง 2 ขั้น แบบมีการแบ่งประชากรออกเป็นชั้นภูมิ (เขต) และมีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ขั้น แบบใช้ความน่าจะเป็นเท่ากัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร ถูกแบ่งเป็น 24 เขต ตามลักษณะการปกครอง ซึ่งจัดเป็น 24 ชั้นภูมิ จากแต่ละชั้นภูมิประกอบไปด้วยแขวง ในกรุงเทพมหานครมีแขวงทั้งหมด 149 แขวง เลือกแขวงขึ้นมาเป็นตัวอย่าง 50 แขวง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบไม่มีการแทนที่ และอาศัยข้อมูลจากแต่ละเขตของกรุงเทพมหานคร สุ่มแขวงตัวอย่างจากแต่ละเขตขึ้นมา โดยให้ขนาดของแขวงตัวอย่างที่ได้เป็นสัดส่วนกับขนาดของเขต (จำนวนแขวงในแต่ละเขต ซึ่งรวมกันทั้ง 24 เขตปกครอง ไม่เกิน 50 แขวง) ซึ่งอย่างน้อยจะต้องได้แขวงตัวอย่าง เขตละ 2 แขวง

ขั้นที่ 2 จากแต่ละแขวงตัวอย่างที่เลือกได้ เลือกครัวเรือนขึ้นมาเป็นตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย และเป็นการเลือกครัวเรือนตัวอย่างแบบไม่มีการแทนที่ โดยที่ใช้จำนวนครัวเรือนตัวอย่างทั้งหมด 500 ครัวเรือน เนื่องจากมีงบประมาณ เวลา และกำลังคนจำกัด จากรายชื่อสำเนาทะเบียนบ้านในแต่ละเขต เลือกครัวเรือนตัวอย่างจากแต่ละแขวงตัวอย่างโดยให้ขนาดของครัวเรือนตัวอย่างที่ได้เป็นสัดส่วนกับขนาดของแขวงตัวอย่าง (จำนวนครัวเรือนในแต่ละแขวงตัวอย่าง) ซึ่งอย่างน้อยจะต้องได้ครัวเรือนตัวอย่างในแขวงตัวอย่างละ 2 ครัวเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการจากทุกครัวเรือนที่ตกเป็นตัวอย่างจาก 24 เขตปกครอง บันทึกลงในแบบคัดลอกที่จัดเตรียมไป ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบคัดลอกที่ใช้กับแบบการเลือกครัวเรือนตัวอย่างที่ใช้ตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง

จากจำนวนครัวเรือนตัวอย่าง 500 ครัวเรือน เท่ากับจำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่ใช้ตัวอย่างหลักของครัวเรือนในกรุงเทพมหานครเป็นกรอบตัวอย่าง จะจัดส่งพนักงานออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากสำเนาทะเบียนบ้านของแต่ละครัวเรือนที่ตกเป็นตัวอย่าง โดยอาศัยความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ที่สำนักงานทะเบียนท้องถิ่นทั้ง 24 เขตปกครอง ระหว่างวันที่ 1 – 30 กันยายน 2520

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจศึกษาดังกล่าวมาข้างต้นนั้น เราจะใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้คือ

ให้ L เป็นจำนวนเขตทั้งหมดในประชากร (กรุงเทพมหานคร) ในที่นี้ L = 24 เขต

N เป็นจำนวนแขวงทั้งหมดในประชากร ซึ่ง $N = \sum_{h=1}^{L=24} N_h$ ในที่นี้ N = 149 แขวง

N_h เป็นจำนวนแขวงในเขต h ในประชากร, h = 1,2,...,L ค่าของ N_h แตกต่างกัน เช่น h =1 หมายถึง เขตพระนคร N_1 = 12 แขวง เป็นต้น

n_h เป็นจำนวนแขวงตัวอย่างที่เลือกจากเขต h, h = 1,2,...,L ค่าของ n_h ขึ้นอยู่กับ h เช่น สำหรับเขตพระนคร n_1 = 4 แขวง เป็นต้น

n เป็นจำนวนแขวงตัวอย่างทั้งหมดในประชากร ซึ่ง $n = \sum_{h=1}^{L=24} n_h$ = 50 แขวง

M_{hi} เป็นจำนวนครัวเรือนที่มีอยู่ในแขวงที่ i ในเขต h ในประชากร, $i = 1,2,...,N_h$; h = 1,2,...,L ค่าของ M_{hi} แตกต่างกัน เช่น h = 1, i = 1 หมายถึง เขตพระนคร แขวงบางขุนพรหม M_{11} = 1,759 ครัวเรือน เป็นต้น

M_h เป็นจำนวนครัวเรือนที่มีอยู่ใน N_h แขวง ในเขต h ในประชากร ซึ่ง $M_h = \sum_{i=1}^{N_h} M_{hi}$ และค่าของ M_h แตกต่างกัน เช่น h = 1 หมายถึง เขตพระนคร $M_1 = \sum_{i=1}^{N_1=12} M_{1i}$ = 21,397 ครัวเรือน เป็นต้น

M เป็นจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่มีอยู่ในประชากร (กรุงเทพมหานคร) ซึ่ง $M = \sum_{h=1}^{L=24} M_h = 627,192$ ครัวเรือน

m_{hi} เป็นจำนวนครัวเรือนตัวอย่างในแขวงตัวอย่างที่ i และเขต h ซึ่ง $i = 1,2,\ldots,n_h$; $h = 1,2,\ldots,L$ ค่าของ m_{hi} ขึ้นอยู่กับค่าของ h และ i เช่น $h = 1$, $i = 1$ หมายถึง เขตพระนคร แขวงบ้านพานถม $m_{11} = 3$ ครัวเรือน เป็นต้น

m_h เป็นจำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่มีอยู่ใน n_h แขวงตัวอย่าง ในเขต h ซึ่ง $m_h = \sum_{i=1}^{n_h} m_{hi}$ และ $h = 1,2,\ldots,L$ ค่าของ m_h ขึ้นอยู่กับค่าของ h เช่น $h = 1$ หมายถึง เขตพระนคร $m_1 = \sum_{i=1}^{n_1=4} m_{1i} = 17$ ครัวเรือน เป็นต้น

m เป็นจำนวนครัวเรือนตัวอย่างทั้งหมดใน 24 เขตปกครองของกรุงเทพมหานคร ซึ่ง $m = \sum_{h=1}^{L=24} m_h = 500$ ครัวเรือน

ให้ X_{hiju} เป็นจำนวนคนทั้งหมด สำหรับพวกที่ u ในครัวเรือนที่ j แขวงที่ i และเขต h ของประชากร (กรุงเทพมหานคร) $u = 1,2,\ldots,d$ (ซึ่ง d เป็นพวกที่มีทั้งหมด ในกรณีนี้ ถ้า u = เพศ จะได้ว่า $d = 2$); $j = 1,2,\ldots,M_{hi}$; $i = 1,2,\ldots,N_h$ และ $h = 1,2,\ldots,L$

$$X_{hiu} = \sum_{j=1}^{M_{hi}} X_{hiju}, \quad X_{hu} = \sum_{i=1}^{N_h} X_{hiu}, \quad X_u = \sum_{h=1}^{L} X_{hu} \text{ และ } X = \sum_{u=1}^{d} X_u$$

$\bar{X}_{hiu} = \frac{X_{hiu}}{M_{hi}}$ = ค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในแขวงที่ i เขตที่ h ในประชากร (กรุงเทพมหานคร)

$\bar{\bar{X}}_{hu} = \frac{X_{hu}}{N_h}$ = ค่าเฉลี่ยต่อแขวง สำหรับพวกที่ u ในเขต h ในประชากร

$\bar{\bar{\bar{X}}}_{hu} = \frac{X_{hu}}{\sum_{i=1}^{N_h} M_{hi}}$ = ค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในเขต h ในประชากร

$\bar{X}_u = \frac{X_u}{N}$ = ค่าเฉลี่ยต่อแขวง สำหรับพวกที่ u ในประชากร

$\bar{\bar{X}}_u = \frac{X_u}{\sum_{h=1}^{L} N_h \sum_{i=1}^{M_{hi}}} = \frac{X_u}{M}$ = ค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในประชากร

$\bar{X} = \sum_{u=1}^{d} \bar{X}_u$ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดต่อแขวงในประชากร

$\bar{\bar{X}} = \sum_{u=1}^{d} \bar{\bar{X}}_u$ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดต่อครัวเรือนในประชากร

ให้ x_{hiju} เป็นจำนวนคนทั้งหมด สำหรับพวกที่ u ครัวเรือนที่ j แขวงที่ i ซึ่งอยู่ในเขต h ของตัวอย่าง $u = 1,2,\ldots,d$; $j = 1,2,\ldots,m_{hi}$; $i = 1,2,\ldots,n_h$ และ $h = 1,2,\ldots,L$

$$x_{hiu} = \sum_{j=1}^{m_{hi}} x_{hiju}$$

$\bar{x}_{hiu} = \frac{x_{hiu}}{m_{hi}}$ = ค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือนตัวอย่าง สำหรับพวกที่ u ในแขวงที่ i ซึ่งอยู่ในเขต h

ให้ $x^*_{hiu} = N_h M_{hi} \bar{x}_{hiu} = N_h \frac{M_{hi}}{m_{hi}} \sum_{j=1}^{m_{hi}} x_{hiju}$

$$x^*_{hou} = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} x^*_{hiu}$$

$$x_u = \sum_{h=1}^{L} x^*_{hou}$$

$$x = \sum_{u=1}^{d} x_u$$

จากทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 มีดังนี้

1. x^*_{hiu} เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉ (Unbiased estimator) ของ X_{hu} แต่เป็นตัวประมาณค่าที่อาศัยเฉพาะค่าของจำนวนคนทั้งหมดจากครัวเรือนตัวอย่างในแขวงที่ i เท่านั้น

2. x^*_{hou} เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ X_{hu} ที่มีความแปรปรวน

$$V(x^*_{hou}) = N_h^2\bar{M}_h^2\left(1-\frac{n_h}{N_h}\right)\frac{S^2_{hb}}{n_h} + \frac{N_h}{n_h}\sum_{i=1}^{N_h} M_{hi}^2\left(1-\frac{m_{hi}}{M_{hi}}\right)\frac{S^2_{hwi}}{m_{hi}}$$

โดยที่ $$\bar{M}_h = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} M_{hi}}{N_h}$$

$$S^2_{hb} = \frac{1}{N_h-1}\sum_{i=1}^{N_h}\left(\frac{M_{hi}}{\bar{M}_h}\bar{X}_{hiu} - \bar{\bar{X}}_{hu}\right)^2$$

$$S^2_{hwi} = \frac{1}{M_{hi}-1}\sum_{j=1}^{M_{hi}}\left(X_{hiju} - \bar{X}_{hiu}\right)^2$$

ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(x^*_{hou}) = N_h^2\bar{M}_h^2\left(1-\frac{n_h}{N_h}\right)\frac{s^2_{hb}}{n_h} + \frac{N_h}{n_h}\sum_{i=1}^{n_h} M_{hi}^2\left(1-\frac{m_{hi}}{M_{hi}}\right)\frac{s^2_{hwi}}{m_{hi}}$$

โดยที่ $$s^2_{hb} = \frac{1}{n_h-1}\sum_{i=1}^{n_h}\left(\frac{M_{hi}}{\bar{M}_h}\bar{x}_{hiu} - \bar{\bar{x}}_{hu}\right)^2$$

$$s^2_{hwi} = \frac{1}{m_{hi}-1}\sum_{j=1}^{m_{hi}}\left(x_{hiju} - \bar{x}_{hiu}\right)^2$$

$$\bar{\bar{x}}_{hu} = \frac{x^*_{hou}}{N_h\bar{M}_h} = \frac{x^*_{hou}}{N_h\sum_{i=1}^{N_h} M_{hi}} = \frac{x^*_{hou}}{\bar{M}_h}$$

และความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}_{hu}$ คือ

$$V(\bar{\bar{x}}_{hu}) = \frac{1}{M_h^2} V(x^*_{hou})$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ มีตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉ คือ

$$v(\bar{\bar{x}}_{hu}) = \frac{1}{M_h^2} v(x^*_{hou})$$

3. x_u เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ X_u ที่มีความแปรปรวน

$$V(x_u) = \sum_{h=1}^{L} V(x^*_{hou})$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(x_u) = \sum_{h=1}^{L} v(x^*_{hou})$$

4. $\bar{x}$ เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของ $\bar{X}$ ที่มีความแปรปรวน

$$V(\bar{x}) = \sum_{u=1}^{d} V(x_u)$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{x}) = \sum_{u=1}^{d} v(x_u)$$

5. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อแขวง สำหรับพวกที่ u ($\bar{x}_u$) ได้ ด้วย

$$\bar{x}_u = \frac{x_u}{N}$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}_u) = \frac{1}{M^2} v(x_u)$$

6. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ $u(\bar{\bar{x}}_u)$ ได้ ด้วย

$$\bar{\bar{x}}_u = \frac{x_u}{M}$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}_u) = \frac{1}{M^2} v(x_u)$$

7. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อแขวง ในประชากร $(\bar{\bar{x}})$ ได้ ด้วย

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{u=1}^{d} \bar{\bar{x}}_u$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}) = \sum_{u=1}^{d} v(\bar{\bar{x}}_u)$$

8. ประมาณค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือน ในประชากร $(\bar{\bar{\bar{x}}})$ ได้ ด้วย

$$\bar{\bar{\bar{x}}} = \sum_{u=1}^{d} \bar{\bar{x}}_u$$

โดยที่ความแปรปรวนนี้ ประมาณค่าได้โดยไม่มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{\bar{x}}}) = \sum_{u=1}^{d} v(\bar{\bar{x}}_u)$$

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ (ในที่นี้ ได้แก่ ยอดรวมและค่าเฉลี่ย) สรุปได้ดังนี้คือ

1. การประมาณยอดรวมและค่าเฉลี่ย สำหรับพวกที่ u ในเขต h ของประชากร (กรุงเทพมหานคร) ปรากฏผลดังนี้

1.1 ประมาณจำนวนประชากรทั้งหมด สำหรับพวกที่ u ในเขต h ในกรุงเทพมหานคร X_{hu} โดยไม่มีความเอียงเฉ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 13-14 ของภาคผนวก) ด้วย

$$x^{*}_{hou} = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{M_{hi}}{m_{hi}} \sum_{j=1}^{m_{hi}} x_{hiju}$$

โดยประมาณความแปรปรวนของ x^{*}_{hou} ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(x^{*}_{hou}) = N_h^2 M_h^2 \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \frac{s^2_{hb}}{n_h} + \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} M_{hi}^2 \left(1 - \frac{m_{hi}}{M_{hi}}\right) \frac{s^2_{hwi}}{m_{hi}}$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 17-18ของภาคผนวก และประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ x^{*}_{hou} ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$cv.(x^{*}_{hou}) = \frac{\sqrt{v(x^{*}_{hou})}}{x^{*}_{hou}}$$

1.2 ประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในเขต h ในกรุงเทพมหานคร $\bar{\bar{x}}_{hu}$ โดยไม่ให้มีความเอียงเฉ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 15-16 ของภาคผนวก) ด้วย

$$\bar{\bar{x}}_{hu} = \frac{x^{*}_{hou}}{M_h}$$

ประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}_{hu}$ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}_{hu}) = \frac{1}{M_h^2} v(x^*_{hou})$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 19–20 ของภาคผนวก และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ $\bar{\bar{x}}_{hu}$ ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$cv.(\bar{\bar{x}}_{hu}) = \frac{\sqrt{v(\bar{\bar{x}}_{hu})}}{\bar{\bar{x}}_{hu}}$$

2. การประมาณค่ายอดรวมและค่าเฉลี่ย สำหรับพวกที่ u ของประชากร (กรุงเทพมหานคร) จะปรากฏผลดังนี้

2.1 ประมาณจำนวนประชากรทั้งหมด สำหรับพวกที่ u ในกรุงเทพมหานคร X_u โดยไม่มีความเอียงเฉ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 13–14 ของภาคผนวก) ด้วย

$$x_u = \sum_{h=1}^{24} x_{hu}$$

ประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของความแปรปรวนของ x_u ด้วย

$$v(x_u) = \sum_{h=1}^{24} v(x_{hu})$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 17–18 ของภาคผนวก และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ x_u ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$cv.(x_u) = \frac{\sqrt{v(x_u)}}{x_u}$$

2.2 ประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรต่อครัวเรือน สำหรับพวกที่ u ในกรุงเทพมหานคร $\bar{\bar{x}}_u$ โดยไม่มีความเอียงเฉ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 15–16 ของภาคผนวก) ด้วย

$$\bar{\bar{x}}_u = \frac{x_u}{627,192}$$

โดยประมาณค่าความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}_u$ ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}_u) = \frac{v(x)}{393,369,804,864}$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 19–20 ของภาคผนวก และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ $\bar{\bar{x}}_u$ ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$cv.(\bar{\bar{x}}_u) = \frac{\sqrt{v(\bar{\bar{x}}_u)}}{\bar{\bar{x}}_u}$$

3. การประมาณค่ายอดรวมและค่าเฉลี่ยของประชากร (กรุงเทพมหานคร) จะปรากฏผลดังนี้

3.1 ประมาณค่าจำนวนประชากรทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร X โดยไม่ให้มีความเอียงเฉ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตาราง 13–14 ของภาคผนวก) ด้วย

$$x = \sum_{u=1}^{d} x_u$$

ประมาณค่าที่ไม่มีความเอียงเฉของความแปรปรวนของ x ด้วย

$$v(x) = \sum_{u=1}^{d} v(x_u)$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 25 ของภาคผนวก, และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ x ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$cv.(x) = \frac{\sqrt{v(x)}}{x}$$

3.2 ประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนประชากรทั้งหมดต่อครัวเรือน ในกรุงเทพ-มหานคร $\bar{\bar{X}}$ โดยไม่ให้มีความเอียงเฉ (ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 25 ของภาคผนวก) ด้วย

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{u=1}^{d} \bar{\bar{x}}_u$$

โดยประมาณค่าความแปรปรวนของ $\bar{\bar{x}}$ ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$v(\bar{\bar{x}}) = \sum_{u=1}^{d} v(\bar{\bar{x}}_u)$$

ซึ่งปรากฏอยู่ในตารางที่ 25 ของภาคผนวก .

และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสัมพัทธ์ของ $\bar{\bar{x}}$ ไม่ให้มีความเอียงเฉ ด้วย

$$cv.(\bar{\bar{x}}) = \frac{v(\bar{\bar{x}})}{\bar{\bar{x}}}$$