รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธีระพร วีระถาวร. การอนุมานเชิงสถิติขั้นกลาง : โครงสร้างและความหมาย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ธีระพร วีระถาวร. ความน่าจะเป็นกับการประยุกต์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิค ,2537.

ภาษาอังกฤษ

Casell George., and Roger L. Berger. Statistical Inference. New York : Watsworth and books, 1990.

Cohen, A., and Sackrowitz, H.B. 1974. "On estimation the common mean of two normal distribution". The Annals of Statistics 2 : 1274-1282.

Cohen, A., and Sackrowitz, H.B. 1983. "Testing hypotheses about the common mean of normal distributions ". Journal of Statistical Planning and Inference 9 : 207-227.

E. L. Lehmann. Testing Statistical Hypotheses. New York : John Wieley & Sons Inc,1959.

Fairweather, W. R. 1972. "A method of obtaining an exact confidence interval for the common mean of several normal populations". Applied Statistics 21 : 229-233.

Graybill, F. A., and Deal, R.B.1959. "Combining unbiased estimators". Biometrics 15 : 543-550.

Jordan, S.J., and Krishnamoorthy, K. 1994. " Exact confidence intervals for the common mean of several normal populations". Biometrics 52 : 77-86.

Meier, P. 1953. " Variance of a weighted mean". Biometrics 9 : 59-73.

Norwood, T.E., and Hinkelmann, K. 1977. "Estimating the common mean of several normal populations". The Annals of Statistics 5 : 1074-1050.

Paul A. Games, ; Henry B. Winkler, ; and David A. Probert. 1972. "Robust test for homogeneity of variance". Educational and Phychological Measurement 32 : 887-909.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ในการเปรียบเทียบตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่น 3 วิธีสำหรับค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรที่มีการแจกแจงปกติ ในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองไม่เท่ากันนั้น ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองซึ่งเป็นเกณฑ์วัดความถูกต้องและความแม่นยำของตัวประมาณเป็นค่าเปรียบเทียบ ซึ่งทำในรูปของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเทียบกับวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยสุด การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองและเปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีรายละเอียดดังนี้

ค่า MSE ของทั้ง 3 วิธี

$$MSE(Mt) = \sum_{r}(Mt_{mean} - \mu)^2$$

$$MSE(Ct) = \sum_{r}(Ct_{mean} - \mu)^2$$

$$MSE(CF) = \sum_{r}(CF_{mean} - \mu)^2$$

เมื่อ $$Mt_{mean} = \frac{1}{2}\left(\max_{i}(\bar{X}_i - c_i\frac{S_i}{\sqrt{n}}) + \min_{i}(\bar{X}_i + c_i\frac{S_i}{\sqrt{n}}) \right)$$

$$Ct_{mean} = \frac{\sum_{i}^{k} u_i \bar{X}_i / (S_i/\sqrt{n_i})}{\sum_{i}^{k} u_i / (S_i/\sqrt{n_i})}$$

และ $$CF_{mean} = \frac{\sum_{i}^{k} w_i n_i \bar{X}_i / S_i^2}{\sum_{i}^{k} w_i n_i / S_i^2}$$

โดยที่ $$u_i = \frac{(Var(\mathrm{T}_i))^{-1}}{\sum_{i}(Var(\mathrm{T}_i))^{-1}} \quad : \quad Var(\mathrm{T}_i) = \frac{n_i - 1}{(n_i - 3)}$$

$$w_i = \frac{(Var(F_i))^{-1}}{\sum_{i}(Var(F_i))^{-1}} \quad ; \; Var(F_i) = \frac{2(n_i-1)^2(n_i-2)}{(n_i-3)^2(n_i-5)}$$

เนื่องจากต้องตรวจสอบก่อนว่าช่วงเชื่อมั่นที่คำนวณได้ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของ MSE แต่ละวิธี จึงมีรูปแบบการคำนวณเป็น

$$AMSE(Mt) = \sum_{i} \frac{MSE(Mt)_i}{N_{Mt}}$$

$$AMSE(Ct) = \sum_{i} \frac{MSE(Ct)_i}{N_{Ct}}$$

$$AMSE(CF) = \sum_{i} \frac{MSE(CF)_i}{N_{CF}}$$

โดยที่ N_{Mt} คือ จำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นจากวิธี Mt คลุมค่าพารามิเตอร์

N_{Ct} คือ จำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นจากวิธี Ct คลุมค่าพารามิเตอร์

และ N_{CF} คือ จำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นจากวิธี CF คลุมค่าพารามิเตอร์

และเปอร์เซ็นต์ของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ทั้ง 3 วิธี โดยเทียบกับวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด มีรูปแบบการคำนวณดังนี้

$$DIFME = \frac{AMSE_i - AMSE_{\min}}{AMSE_{\min}} \times 100 \qquad ; i = 1,2,3$$

เมื่อ $DIFME$ คือ เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

$AMSE_{\min}$ คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีที่ให้ค่าน้อยสุด

และ $AMSE_i$ คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของแต่ละวิธี

ในการนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง จะแสดงในรูปของตารางผู้วิจัยขอใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้เพื่อแทนความหมายและความสะดวกในการอธิบาย

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

$\sigma_1^2 : \sigma_2^2$ แทน อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร

การนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้จากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ได้แบ่งการนำเสนอตามรูปแบบของขนาดตัวอย่างเป็น 2 กรณี คือ ขนาดตัวอย่างเท่ากันและขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของ

ประชากร ซึ่งผู้วิจัยกำหนดอัตราส่วนความแปรปรวนของ ประชากรเป็น 2 แบบคือ เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง $(\sigma_1^2 < \sigma_2^2)$ และเมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง $(\sigma_1^2 > \sigma_2^2)$ โดยมีความแตกต่างของอัตราส่วนของความแปรปรวนประชากรเป็น 3 ระดับ คือน้อย ปานกลาง และมาก ผลการวิจัยนำเสนอในรูปของตารางซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากันคือเท่ากับ 10, 20 , 30 และ 50 ทั้งสองกลุ่มประชากร ในกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง $(\sigma_1^2 < \sigma_2^2)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.1 และกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง $(\sigma_1^2 > \sigma_2^2)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2<\sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่างที่เท่ากันเท่ากับ 10,20,30 และ 50 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
10 : 10	1 : 1.5	0.741248	0.640735	0.670496	15.687141	0	4.644822
	1 : 2.5	0.858964	0.783429	0.783409	9.644388	0.002553	0
	1 : 3.5	0.908006	0.908001	0.850417	6.771854	6.771266	0
	1 : 4.5	0.926716	0.917738	0.856670	8.176544	7.128533	0
	1 : 5.5	1.003200	1.050542	0.929856	7.887673	12.978999	0
	1 : 6.5	1.008052	1.092194	0.944039	6.780758	15.693737	0
	1 : 7.5	1.050386	1.182174	1.001350	4.896989	18.058022	0
	1 : 10	1.041868	1.295493	1.012478	2.902779	27.952706	0
	1 : 15	1.003543	1.308892	0.964468	4.051456	35.711294	0
20 : 20	1 : 1.5	0.358212	0.332334	0.334225	7.786745	0	0.569006
	1 : 2.5	0.376375	0.373308	0.353763	6.391850	5.524885	0
	1 : 3.5	0.459184	0.463919	0.425273	7.973937	9.087339	0
	1 : 4.5	0.465816	0.475181	0.432421	7.722798	9.888511	0
	1 : 5.5	0.504062	0.549700	0.478455	5.352018	14.890638	0
	1 : 6.5	0.499490	0.531917	0.465384	7.328572	14.296366	0
	1 : 7.5	0.493430	0.572566	0.468366	5.351371	22.247559	0
	1 : 10	0.492323	0.603605	0.470734	4.586242	28.226344	0
	1 : 15	0.508902	0.640038	0.476485	6.803362	34.324900	0
30 : 30	1 : 1.5	0.222421	0.211851	0.211663	5.082608	0.088820	0
	1 : 2.5	0.267236	0.262319	0.250112	6.846533	4.880613	0
	1 : 3.5	0.286618	0.287656	0.267662	7.082066	7.469869	0
	1 : 4.5	0.304080	0.322183	0.287053	5.931657	12.238158	0
	1 : 5.5	0.327070	0.357130	0.304076	7.561925	17.447612	0
	1 : 6.5	0.332777	0.369669	0.311489	6.834270	18.678027	0
	1 : 7.5	0.340985	0.386316	0.322837	5.621413	19.662864	0
	1 : 10	0.340830	0.404355	0.321633	5.968604	25.719376	0
	1 : 15	0.339199	0.442462	0.323589	4.824021	36.735798	0
50 : 50	1 : 1.5	0.133499	0.130304	0.128036	4.266769	1.771377	0
	1 : 2.5	0.162010	0.159263	0.151754	6.758306	4.948140	0
	1 : 3.5	0.183288	0.181537	0.168403	8.838916	7.799148	0
	1 : 4.5	0.190915	0.195595	0.174326	9.516079	12.200704	0
	1 : 5.5	0.181268	0.187688	0.166837	8.649760	12.497827	0
	1 : 6.5	0.191257	0.220461	0.180487	5.967189	22.147856	0
	1 : 7.5	0.202104	0.223176	0.187773	7.632088	18.854148	0
	1 : 10	0.199239	0.236638	0.184770	7.830817	28.071657	0
	1 : 15	0.205613	0.263703	0.197353	4.185394	33.619960	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที ,Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ ,DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ตารางที่ ก.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2 > \sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่างที่เท่ากันเท่ากับ 10,20,30 และ 50 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
10 : 10	1.5 : 1	0.727808	0.636419	0.658343	14.359879	0	3.444900
	2.5 : 1	0.869598	0.787475	0.793457	10.428649	0	0.759643
	3.5 : 1	0.953361	0.911686	0.871699	9.368142	4.587249	0
	4.5 : 1	0.931056	0.915676	0.852438	9.222724	7.418487	0
	5.5 : 1	0.974660	1.041033	0.909269	7.191601	14.491201	0
	6.5 : 1	1.031007	1.088946	0.978366	5.380502	11.302519	0
	7.5 : 1	1.083282	1.200216	1.014205	6.810950	18.340572	0
	10 : 1	1.083334	1.275345	1.032233	4.950530	23.552047	0
	15 : 1	1.053345	1.317433	0.994640	5.902135	32.453249	0
20 : 20	1.5 : 1	0.350042	0.333351	0.332462	5.287822	0.267399	0
	2.5 : 1	0.411942	0.386467	0.382430	7.716968	1.055618	0
	3.5 : 1	0.433209	0.412667	0.392482	10.376782	5.142911	0
	4.5 : 1	0.456121	0.487739	0.424840	7.363007	14.805338	0
	5.5 : 1	0.478699	0.517184	0.451144	6.107806	14.638342	0
	6.5 : 1	0.506314	0.542492	0.467716	8.252444	15.987480	0
	7.5 : 1	0.517273	0.583858	0.483655	6.950822	20.717867	0
	10 : 1	0.493082	0.614000	0.478108	3.131928	28.422867	0
	15 : 1	0.501208	0.652824	0.483400	3.683906	35.048407	0
30 : 30	1.5 : 1	0.218352	0.203995	0.205900	7.037918	0	0.933846
	2.5 : 1	0.269377	0.255575	0.247277	8.937346	3.355751	0
	3.5 : 1	0.287299	0.288504	0.267185	7.528117	7.979116	0
	4.5 : 1	0.300313	0.311485	0.278492	7.835414	11.847019	0
	5.5 : 1	0.316315	0.334330	0.292843	8.015216	14.166977	0
	6.5 : 1	0.342421	0.371171	0.315804	8.428329	17.532077	0
	7.5 : 1	0.336523	0.371638	0.311848	7.912509	19.172802	0
	10 : 1	0.328516	0.411134	0.315372	4.167776	30.364776	0
	15 : 1	0.364030	0.453413	0.344539	5.657124	31.599906	0
50 : 50	1.5 : 1	0.138011	0.132824	0.130979	5.368800	1.408623	0
	2.5 : 1	0.159713	0.158903	0.150848	5.876777	5.339812	0
	3.5 : 1	0.176384	0.179310	0.162328	8.659011	10.461535	0
	4.5 : 1	0.185587	0.197754	0.175716	5.617587	12.541829	0
	5.5 : 1	0.176159	0.203882	0.164821	6.878978	23.699043	0
	6.5 : 1	0.191839	0.213470	0.181116	5.920515	17.863690	0
	7.5 : 1	0.190476	0.216502	0.178210	6.882891	21.487010	0
	10 : 1	0.208074	0.245647	0.198136	5.015747	23.978984	0
	15 : 1	0.217399	0.253975	0.205548	5.765563	23.559947	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที ,Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ ,DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

จากตารางที่ ก.1 และ ก.2 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันคือเท่ากับ 10 , 20 , 30 และ 50 ทั้งสองกลุ่มประชากร จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังนี้

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$

1.ที่ระดับขนาดตัวอย่างเท่ากันใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลางและมาก ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

2.ที่ระดับตัวอย่างเท่ากันขนาดเล็ก เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Mt

3.ที่ระดับขนาดตัวอย่างเท่ากันใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

4.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันใดๆ เมื่อระดับขนาดตัวอย่างเท่ากันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองลดลง

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$

ผลสรุปเหมือนกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$

<u>ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน</u>

ในการวิจัยได้กำหนดความไม่เท่ากันของขนาดตัวอย่างที่ได้จากประชากรทั้งสองด้วยอัตราส่วนขนาดตัวอย่างและค่าความแตกต่างของขนาดตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยกำหนดอัตราส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1:1.25 , 1:1.5 , 1:2 และ 1:3 และกำหนดค่าความแตกต่างของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5,10,15,20 และ 40 ดังนั้นการนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง จึงนำเสนอตามขนาดตัวอย่างที่เป็นไปได้ของอัตราส่วนขนาดตัวอย่างและค่าความแตกต่างของขนาดตัวอย่างที่ระดับต่างๆ ดังนี้

ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10

การนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 15,20 และ30 ในกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.3 และกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.4

ตารางที่ ก.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2<\sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และ ขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ15 , 20 และ 30 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
10 : 15	1 : 1.5	0.611837	0.529096	0.571117	15.638183	0	7.942037
	1 : 2.5	0.753407	0.683117	0.719673	10.289599	0	5.351353
	1 : 3.5	0.788531	0.732878	0.753230	7.593760	0	2.776997
	1 : 4.5	0.895374	0.873182	0.869441	2.982721	0.430276	0
	1 : 5.5	0.919134	0.932283	0.904380	1.631394	3.085318	0
	1 : 6.5	0.974948	1.034216	0.956146	1.966436	8.165071	0
	1 : 7.5	0.979277	1.070323	0.973834	0.55892483	9.908157	0
	1 : 10	0.989266	1.136739	0.981618	0.779122	15.802583	0
	1 : 15	1.046499	1.305884	1.037225	0.894117	25.901709	0
10 : 20	1 : 1.5	0.511127	0.449331	0.475557	13.752890	0	5.836677
	1 : 2.5	0.711938	0.634530	0.699822	12.199266	0	10.289821
	1 : 3.5	0.799081	0.729006	0.787464	9.612404	0	8.018864
	1 : 4.5	0.808381	0.784461	0.829553	3.049227	0	5.748151
	1 : 5.5	0.813202	0.804175	0.822668	1.122517	0	2.299624
	1 : 6.5	0.880976	0.902506	0.903004	0	2.443880	2.500409
	1 : 7.5	0.901787	0.929387	0.913080	0	3.060590	1.252291
	1 : 10	0.957768	1.044324	0.963242	0	9.037262	0.571537
	1 : 15	1.017234	1.160592	1.014960	0.224048	14.348546	0
10 : 30	1 : 1.5	0.399363	0.350309	0.380059	14.003066	0	8.492502
	1 : 2.5	0.548329	0.486365	0.530423	12.740226	0	9.058629
	1 : 3.5	0.698014	0.628258	0.699468	11.103082	0	11.334515
	1 : 4.5	0.736738	0.660918	0.742327	11.471922	0	12.317564
	1 : 5.5	0.780440	0.738747	0.813146	5.643745	0	10.070972
	1 : 6.5	0.800123	0.775629	0.834797	3.157953	0	7.628389
	1 : 7.5	0.841720	0.838410	0.884726	0.394795	0	5.524266
	1 : 10	0.880624	0.906650	0.919794	0	2.955404	4.447982
	1 : 15	1.036027	1.145784	1.082500	0	10.594029	4.485694

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ตารางที่ ก.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2 > \sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และ ขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ15 , 20 และ 30 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
10 : 15	1.5 : 1	0.569579	0.514545	0.523079	10.695663	0	1.658553
	2.5 : 1	0.626796	0.606878	0.574919	9.023358	5.558870	0
	3.5 : 1	0.688186	0.690554	0.630683	9.117576	9.493042	0
	4.5 : 1	0.649100	0.697748	0.602313	7.767888	15.844752	0
	5.5 : 1	0.681516	0.733929	0.632551	7.740878	16.026850	0
	6.5 : 1	0.661022	0.738550	0.618001	6.961316	19.506279	0
	7.5 : 1	0.702480	0.779397	0.649626	8.136066	19.976263	0
	10 : 1	0.738109	0.864596	0.696885	5.915467	24.065807	0
	15 : 1	0.704319	0.930901	0.681038	3.418458	36.688555	0
10 : 20	1.5 : 1	0.445021	0.402152	0.401356	10.879369	0.198328	0
	2.5 : 1	0.506392	0.511093	0.475236	6.555901	7.545093	0
	3.5 : 1	0.517529	0.526810	0.474733	9.014751	10.969745	0
	4.5 : 1	0.510247	0.557519	0.481069	6.065242	15.891691	0
	5.5 : 1	0.495955	0.563066	0.458701	8.121630	22.752294	0
	6.5 : 1	0.529197	0.621075	0.496740	6.534002	25.030197	0
	7.5 : 1	0.519624	0.613601	0.477858	8.740253	28.406556	0
	10 : 1	0.529093	0.645594	0.496819	6.496128	29.945513	0
	15 : 1	0.535376	0.700955	0.506080	5.788808	38.506758	0
10 : 30	1.5 : 1	0.318016	0.304995	0.290340	9.532273	5.047530	0
	2.5 : 1	0.345737	0.362756	0.322214	7.300428	12.582321	0
	3.5 : 1	0.348213	0.398490	0.333038	4.556537	19.653013	0
	4.5 : 1	0.352829	0.407724	0.336263	4.926501	21.251520	0
	5.5 : 1	0.366185	0.440924	0.339812	7.761056	29.755276	0
	6.5 : 1	0.338391	0.415400	0.324853	4.167423	27.873223	0
	7.5 : 1	0.345658	0.420674	0.324372	6.562219	29.688752	0
	10 : 1	0.340631	0.441821	0.327567	3.988192	34.879582	0
	15 : 1	0.376269	0.490137	0.352969	6.601146	38.861203	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

จากตารางที่ ก.3 และ ก.4 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีเมื่อขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 15,20 และ 30 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังนี้

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$

1.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Mt

2.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันมาก ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

3.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

4.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันใดๆ เมื่อระดับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองลดลง

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$

1.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลางและมาก ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

2.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

3.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันใดๆ เมื่อระดับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองลดลง

ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20

การนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 ในกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.5 และกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.6

ตารางที่ ก.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2<\sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
20 : 25	1 : 1.5	0.302076	0.284593	0.288669	6.143159	0	1.432221
	1 : 2.5	0.387423	0.352320	0.355033	9.963386	0	0.770039
	1 : 3.5	0.435115	0.431242	0.410584	5.974660	5.031370	0
	1 : 4.5	0.433148	0.443690	0.410796	5.441144	8.007381	0
	1 : 5.5	0.463317	0.493161	0.440314	5.224226	12.002117	0
	1 : 6.5	0.462847	0.499497	0.431206	7.337792	15.837210	0
	1 : 7.5	0.483362	0.521786	0.447030	8.127419	16.722815	0
	1 : 10	0.486418	0.571133	0.460944	5.526485	23.905073	0
	1 : 15	0.532022	0.656568	0.504702	5.413095	30.090231	0
20 : 30	1 : 1.5	0.281062	0.260072	0.266213	8.070842	0	2.361269
	1 : 2.5	0.346287	0.320014	0.321984	8.209953	0	0.615598
	1 : 3.5	0.393511	0.388064	0.374238	5.149931	3.694440	0
	1 : 4.5	0.444403	0.441633	0.415786	6.882627	6.216419	0
	1 : 5.5	0.427959	0.437857	0.395464	8.216930	10.719813	0
	1 : 6.5	0.453455	0.471433	0.422923	7.219281	11.470173	0
	1 : 7.5	0.466006	0.498958	0.441665	5.511191	12.972049	0
	1 : 10	0.475531	0.541668	0.449234	5.853742	20.575914	0
	1 : 15	0.506436	0.595733	0.479927	5.523548	24.129920	0
20 : 40	1 : 1.5	0.247228	0.226147	0.232397	9.321813	0	2.763689
	1 : 2.5	0.321445	0.305584	0.311707	5.190390	0	2.003704
	1 : 3.5	0.363686	0.356736	0.356178	2.107935	0.156663	0
	1 : 4.5	0.395595	0.391948	0.382573	3.403795	2.450513	0
	1 : 5.5	0.413806	0.417471	0.392037	5.552792	6.487653	0
	1 : 6.5	0.439377	0.442355	0.411205	6.851084	7.575297	0
	1 : 7.5	0.437616	0.441413	0.404273	8.247645	9.186861	0
	1 : 10	0.477637	0.496381	0.441199	8.258858	12.507281	0
	1 : 15	0.489576	0.568297	0.461104	6.174746	23.247033	0
20 : 60	1 : 1.5	0.189035	0.176455	0.177378	7.129296	0	0.523080
	1 : 2.5	0.256151	0.241153	0.245923	6.219288	0	1.977997
	1 : 3.5	0.297660	0.278950	0.287577	6.707295	0	3.092669
	1 : 4.5	0.325287	0.314613	0.317867	3.392740	0	1.034287
	1 : 5.5	0.371626	0.367551	0.365476	1.682737	0.567753	0
	1 : 6.5	0.390640	0.374685	0.369961	5.589508	1.276891	0
	1 : 7.5	0.375712	0.374127	0.361744	3.861294	3.423139	0
	1 : 10	0.433052	0.436330	0.411478	5.243051	6.039691	0
	1 : 15	0.480497	0.537556	0.465199	3.288485	15.553989	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที ,Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ ,DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ตารางที่ ก.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2 > \sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
20 : 25	1.5 : 1	0.312795	0.295020	0.293884	6.434852	0.386547	0
	2.5 : 1	0.326184	0.336440	0.308321	5.793637	9.120040	0
	3.5 : 1	0.384974	0.394804	0.356678	7.933206	10.689193	0
	4.5 : 1	0.372612	0.386144	0.339300	9.817860	13.806071	0
	5.5 : 1	0.414268	0.453010	0.380307	8.929891	19.116924	0
	6.5 : 1	0.410603	0.460867	0.379759	8.121993	21.357756	0
	7.5 : 1	0.408147	0.468803	0.391097	4.359532	19.868728	0
	10 : 1	0.409154	0.494143	0.390206	4.855897	26.636443	0
	15 : 1	0.429353	0.567767	0.410746	4.530050	38.228248	0
20 : 30	1.5 : 1	0.282836	0.255236	0.256295	10.813522	0	0.414910
	2.5 : 1	0.296579	0.303628	0.277406	6.911530	9.452571	0
	3.5 : 1	0.332695	0.356069	0.312204	6.563337	14.050108	0
	4.5 : 1	0.318921	0.370865	0.301454	5.794251	23.025404	0
	5.5 : 1	0.342227	0.374566	0.315987	8.304139	18.538421	0
	6.5 : 1	0.332108	0.382105	0.314224	5.691481	21.602742	0
	7.5 : 1	0.337366	0.399484	0.314965	7.112219	26.834410	0
	10 : 1	0.362407	0.442116	0.341235	6.204522	29.563497	0
	15 : 1	0.351353	0.451863	0.321980	9.122616	40.338841	0
20 : 40	1.5 : 1	0.228427	0.219289	0.210569	8.480831	4.141160	0
	2.5 : 1	0.250568	0.270472	0.234518	6.843824	15.331019	0
	3.5 : 1	0.252104	0.275105	0.232043	8.645380	18.557767	0
	4.5 : 1	0.251139	0.288489	0.238563	5.271563	20.927805	0
	5.5 : 1	0.262407	0.321874	0.249908	5.001441	28.796997	0
	6.5 : 1	0.245692	0.303717	0.233636	5.160164	29.995805	0
	7.5 : 1	0.261620	0.314819	0.248231	5.393766	26.825014	0
	10 : 1	0.250917	0.323942	0.236772	5.974102	36.816009	0
	15 : 1	0.262216	0.354756	0.252947	3.664404	40.249143	0
20 : 60	1.5 : 1	0.161072	0.162560	0.148847	8.213132	9.212816	0
	2.5 : 1	0.167972	0.182183	0.155493	8.025442	17.164760	0
	3.5 : 1	0.167476	0.212897	0.161703	3.570125	31.659277	0
	4.5 : 1	0.179004	0.214089	0.168855	6.010482	26.788665	0
	5.5 : 1	0.172913	0.218523	0.161904	6.799708	34.970723	0
	6.5 : 1	0.162838	0.215954	0.153022	6.414764	41.126113	0
	7.5 : 1	0.167637	0.219810	0.159873	4.856355	37.490383	0
	10 : 1	0.175893	0.233711	0.165298	6.409636	41.387676	0
	15 : 1	0.176235	0.251854	0.173028	1.853457	45.556788	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที ,Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ ,DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

จากตารางที่ ก.5 และ ก.6 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังนี้

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$

1.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Mt

2.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลาง เมื่ออัตราส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1:25 ,1:1.5 ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Mt แต่เมื่ออัตราส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1:2 ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct โดยมีตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด

3. ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันมาก ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$

1.ทุกระดับขนาดตัวอย่างและทุกอัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกัน ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

2.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

3.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันใดๆ เมื่อระดับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองลดลง

ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40

การนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60 และ 80 ในกรณีอัตราส่วนแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.7 และกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.8

ตารางที่ ก.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2 < \sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และ ขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60และ 80 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
40 : 50	1 : 1.5	0.153481	0.148819	0.147761	3.871116	0.716021	0
	1 : 2.5	0.186186	0.177282	0.172582	7.882630	2.723343	0
	1 : 3.5	0.206923	0.203824	0.193286	7.055348	5.452024	0
	1 : 4.5	0.226396	0.219899	0.207326	9.198075	6.064362	0
	1 : 5.5	0.233354	0.248174	0.217277	7.399311	14.220097	0
	1 : 6.5	0.232530	0.249982	0.215065	8.120801	16.235557	0
	1 : 7.5	0.241061	0.274580	0.230772	4.458513	18.983239	0
	1 : 10	0.257377	0.292605	0.242329	6.209740	20.747001	0
	1 : 15	0.254001	0.316729	0.240169	5.759278	31.877553	0
40 : 60	1 : 1.5	0.138260	0.133477	0.133117	3.863519	0.270439	0
	1 : 2.5	0.160228	0.156758	0.152387	5.145452	2.868355	0
	1 : 3.5	0.185976	0.183432	0.174805	6.390549	4.935214	0
	1 : 4.5	0.207121	0.205494	0.193508	7.034851	6.194059	0
	1 : 5.5	0.220421	0.226857	0.206910	6.529892	9.640423	0
	1 : 6.5	0.227445	0.237993	0.211706	7.434367	12.416748	0
	1 : 7.5	0.233832	0.248103	0.221961	5.348237	11.777745	0
	1 : 10	0.244308	0.273668	0.229005	6.682387	19.503068	0
	1 : 15	0.250067	0.297246	0.235537	6.168882	26.199281	0
40 : 80	1 : 1.5	0.115095	0.109669	0.109810	4.947615	0	0.128569
	1 : 2.5	0.152798	0.147527	0.147926	3.572905	0	0.270459
	1 : 3.5	0.170170	0.169627	0.164391	3.515399	3.185089	0
	1 : 4.5	0.202026	0.197480	0.189054	6.861532	4.456928	0
	1 : 5.5	0.196297	0.196445	0.185423	5.864429	5.944246	0
	1 : 6.5	0.223683	0.225114	0.205768	8.706407	9.401851	0
	1 : 7.5	0.218756	0.225143	0.202699	7.921598	11.072576	0
	1 : 10	0.234776	0.241581	0.216580	8.401514	11.543540	0
	1 : 15	0.253145	0.282764	0.233374	8.471809	21.163454	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ตารางที่ ก.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2 > \sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และ ขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60 และ 80 ตามลำดับ

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
40 : 50	1.5 : 1	0.155036	0.152296	0.148430	4.450583	2.604595	0
	2.5 : 1	0.172534	0.176736	0.160986	7.173295	9.783459	0
	3.5 : 1	0.185202	0.187718	0.169147	9.491744	10.979207	0
	4.5 : 1	0.185763	0.202218	0.171831	8.107967	17.684236	0
	5.5 : 1	0.205732	0.223800	0.190430	8.035499	17.523499	0
	6.5 : 1	0.198095	0.224143	0.186491	6.222284	20.189714	0
	7.5 : 1	0.204427	0.246107	0.194649	5.023401	26.436303	0
	10 : 1	0.204898	0.246202	0.194257	5.477795	26.740349	0
	15 : 1	0.203049	0.269429	0.196950	3.096725	36.800711	0
40 : 60	1.5 : 1	0.134805	0.131862	0.126811	6.303870	3.983093	0
	2.5 : 1	0.145900	0.142175	0.131887	10.625005	7.800617	0
	3.5 : 1	0.151358	0.158805	0.140620	7.636183	12.932015	0
	4.5 : 1	0.154953	0.168582	0.145376	6.587745	15.962745	0
	5.5 : 1	0.174129	0.198603	0.163114	6.752946	21.757176	0
	6.5 : 1	0.166559	0.196818	0.155587	7.052003	26.500286	0
	7.5 : 1	0.162598	0.196957	0.153330	6.044479	28.453010	0
	10 : 1	0.159580	0.201755	0.151958	5.015860	32.770239	0
	15 : 1	0.161840	0.222285	0.155591	4.016299	42.864947	0
40 : 80	1.5 : 1	0.110854	0.106423	0.100298	10.524637	6.106802	0
	2.5 : 1	0.121200	0.125968	0.110352	9.830361	14.151080	0
	3.5 : 1	0.122780	0.135039	0.114854	6.900935	17.574486	0
	4.5 : 1	0.118834	0.142982	0.111645	6.439160	28.068431	0
	5.5 : 1	0.128456	0.149092	0.121034	6.132161	23.181916	0
	6.5 : 1	0.130486	0.161518	0.123802	5.398943	30.464774	0
	7.5 : 1	0.132013	0.160288	0.124596	5.952840	28.646184	0
	10 : 1	0.129284	0.172056	0.124043	4.225148	38.706739	0
	15 : 1	0.136565	0.183087	0.130809	4.400309	39.965140	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

จากตารางที่ ก.7 และ ก.8 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60 และ 80 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังนี้

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$

1.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Mt

2. ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลาง ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Mt

3. ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันมาก ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

4.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$

1.ทุกระดับขนาดตัวอย่างและทุกอัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกัน ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

2.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

3.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันใดๆ เมื่อระดับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองลดลง

ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 15,30 และ60

การนำเสนอค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง (n1,n2) เท่ากับ (15,30) , (30,45) และ (60,75) ในกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.9 และกรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$ ได้นำเสนอในตารางที่ ก.10

ตารางที่ ก.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2<\sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 และ ขนาดตัวอย่าง n2 (n1,n2) เท่ากับ (15,30),(30,45) และ(60,75)

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
15 : 30	1 : 1.5	0.355449	0.318734	0.335419	11.519010	0	5.234773
	1 : 2.5	0.426002	0.399504	0.410705	6.632725	0	2.803727
	1 : 3.5	0.482458	0.457373	0.464582	5.484583	0	1.576175
	1 : 4.5	0.537989	0.519523	0.515975	4.266486	0.687630	0
	1 : 5.5	0.602069	0.588521	0.579293	3.931689	1.592976	0
	1 : 6.5	0.577188	0.581542	0.553810	4.221303	5.007494	0
	1 : 7.5	0.592157	0.603127	0.567372	4.368386	6.301862	0
	1 : 10	0.627500	0.707219	0.618115	1.518326	14.415440	0
	1 : 15	0.668029	0.769252	0.638665	4.597716	20.446870	0
30 : 45	1 : 1.5	0.191294	0.182876	0.184337	4.603119	0	0.798902
	1 : 2.5	0.230329	0.227554	0.223957	2.845189	1.606112	0
	1 : 3.5	0.258308	0.260138	0.246345	4.856198	5.599058	0
	1 : 4.5	0.297157	0.291386	0.273392	8.692646	6.581758	0
	1 : 5.5	0.299820	0.301806	0.276702	8.354837	9.072576	0
	1 : 6.5	0.298350	0.310495	0.276186	8.025027	12.422425	0
	1 : 7.5	0.320983	0.330379	0.295326	8.687688	11.869256	0
	1 : 10	0.341670	0.349565	0.302642	12.895765	15.504457	0
	1 : 15	0.345288	0.416591	0.326523	5.746915	27.583968	0
60 : 75	1 : 1.5	0.096668	0.094928	0.093803	3.054273	1.199322	0
	1 : 2.5	0.127824	0.125713	0.121357	5.328906	3.589410	0
	1 : 3.5	0.142188	0.139635	0.131913	7.789225	5.853858	0
	1 : 4.5	0.150661	0.151293	0.137586	9.503147	9.962496	0
	1 : 5.5	0.156227	0.158699	0.142761	9.432548	11.164113	0
	1 : 6.5	0.157424	0.166343	0.145936	7.871944	13.983527	0
	1 : 7.5	0.167506	0.186940	0.157915	6.073521	18.380141	0
	1 : 10	0.166816	0.193143	0.155735	7.115292	24.020291	0
	1 : 15	0.167225	0.209788	0.158992	5.178248	31.948777	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ตารางที่ ก.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณแบบช่วง 3 วิธี จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าความแปรปรวนของประชากรที่สอง ($\sigma_1^2 > \sigma_2^2$) โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 และ ขนาดตัวอย่าง n2 (n1,n2) เท่ากับ (15,30),(30,45) และ(60,75)

n1 : n2	$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	AMSE			DIFME		
		St	Ct	CF	St	Ct	CF
15 : 30	1.5 : 1	0.290310	0.280708	0.270832	7.191912	3.646541	0
	2.5 : 1	0.316617	0.329914	0.295604	7.108497	11.606744	0
	3.5 : 1	0.351117	0.386246	0.326575	7.514966	18.271760	0
	4.5 : 1	0.328605	0.387801	0.313777	4.725649	23.591277	0
	5.5 : 1	0.340497	0.392003	0.318600	6.872881	23.039234	0
	6.5 : 1	0.350771	0.417939	0.336067	4.375318	24.361809	0
	7.5 : 1	0.335644	0.404051	0.317453	5.730297	27.278999	0
	10 : 1	0.349949	0.441989	0.330688	5.824523	33.657405	0
	15 : 1	0.370139	0.510447	0.349555	5.888630	46.027664	0
30 : 45	1.5 : 1	0.176797	0.169247	0.163697	8.002590	3.390410	0
	2.5 : 1	0.198397	0.196360	0.181367	9.389801	8.266664	0
	3.5 : 1	0.210234	0.223231	0.198272	6.033126	12.588263	0
	4.5 : 1	0.220356	0.253210	0.208958	5.454685	21.177461	0
	5.5 : 1	0.221389	0.259330	0.206405	7.259514	25.641336	0
	6.5 : 1	0.223706	0.267384	0.210377	6.335769	27.097544	0
	7.5 : 1	0.233668	0.284528	0.224373	4.142655	26.810267	0
	10 : 1	0.224764	0.284502	0.211789	6.126381	34.332756	0
	15 : 1	0.242472	0.314940	0.231463	4.756268	36.064943	0
60 : 75	1.5 : 1	0.098684	0.093363	0.092854	6.278674	0.548172	0
	2.5 : 1	0.119530	0.117149	0.109455	9.204696	7.029373	0
	3.5 : 1	0.122262	0.125221	0.113442	7.774898	10.383280	0
	4.5 : 1	0.125668	0.134672	0.115096	9.185376	17.008410	0
	5.5 : 1	0.128305	0.142229	0.121136	5.918142	17.412660	0
	6.5 : 1	0.128219	0.148969	0.120242	6.634121	23.890987	0
	7.5 : 1	0.133261	0.155493	0.122670	8.633733	26.757153	0
	10 : 1	0.135016	0.164263	0.128381	5.168210	27.949619	0
	15 : 1	0.136841	0.186965	0.131248	4.261398	42.451695	0

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

DIFME แทน เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่าง (n1,n2) เท่ากับ (15,30) , (30,45) และ (60,75) จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังนี้

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งน้อยกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 < \sigma_2^2\right)$

1.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย เมื่ออัตราส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ1:2 ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่า วิธีการประมาณ Mt

2.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย เมื่ออัตราส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1:1.25 ,1:1.5 ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

3.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลางและมาก ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

4.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

<u>กรณีอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากรที่หนึ่งมากกว่าประชากรที่สอง</u> $\left(\sigma_1^2 > \sigma_2^2\right)$

1.ทุกระดับขนาดตัวอย่างและทุกอัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกัน ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ CF ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Mt ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าวิธีการประมาณ Ct

2.ที่ระดับขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่ออัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

และตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณ Ct ให้เปอร์เซ็นต์ผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเพิ่มขึ้น

3.ที่อัตราส่วนความแปรปรวนแตกต่างกันใดๆ เมื่อระดับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตัวประมาณค่าเฉลี่ยจากวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองลดลง

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

เกณฑ์การตรวจสอบว่าตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วงใดมีความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้หรือไม่นั้น ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ของแบรดเลย์ (Bradley,1978) ที่กล่าวไว้ในผลงานวิจัยของแรมซี่ (Ramsey,1980) ตรวจสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กำหนดให้ τ แทนความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง

α แทนระดับนัยสำคัญที่กำหนด

สถิติทดสอบจะความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ก็ต่อเมื่อ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง (τ) อยู่ในช่วง $[0.5\alpha\ ,\ 1.5\alpha]$

กรณีที่ค่า τ อยู่นอกช่วงดังกล่าวแสดงว่าสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองมากกว่าขอบเขตบนของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา กล่าวคือสถิติทดสอบนั้นมีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2. ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองน้อยกว่าขอบเขตบนของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา กล่าวคือสถิติทดสอบนั้นมีความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

ดังนั้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า τ ต้องอยู่ในช่วง $[0.025\ ,\ 0.075]$

ตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วง

1. <u>วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติสติวเดนท์ที</u> (Mt)

ตัวสถิติทดสอบคือ $M_i = \max(\ |\mathrm{T}_i|\ )$

2. <u>วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติสติวเดนท์ที</u> (Ct)

ตัวสถิติทดสอบคือ $|W_i| = \left|\sum_i u_i \mathrm{T}_i\right|$

โดยที่ $\mathrm{T}_i = \dfrac{\bar{X}_i - \mu}{\mathrm{S}_i/\sqrt{n}}$ และ $u_i = \dfrac{(Var(\mathrm{T}_i))^{-1}}{\sum_i (Var(\mathrm{T}_i))^{-1}}$; $i = 1,...,k$

เมื่อ $Var(T_i) = \frac{n_i - 1}{(n_i - 3)}$ และ $\sum_i u_i = 1$; $i = 1,...,k$

3. วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ (CF)

ตัวสถิติทดสอบคือ $W_f = \sum_i w_i F_i$

โดยที่ $F_i = \frac{n_i(\bar{X}_i - \mu)^2}{S_i^2}$ และ $w_i = \frac{(Var(F_i))^{-1}}{\sum_i (Var(F_i))^{-1}}$

เมื่อ $Var(F_i) = \frac{2(n_i - 1)^2(n_i - 2)}{(n_i - 3)^2(n_i - 5)}$; $(n_i > 5)$

และ $\sum_i w_i = 1$; $i = 1,..., k$

ในการนำเสนอความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะแสดงในรูปของตารางผู้วิจัยขอใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้เพื่อแทนความหมายและความสะดวกในการอธิบาย

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที

Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที

CF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

$\sigma_1^2 : \sigma_2^2$ แทน อัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ได้แบ่งการนำเสนอตามรูปแบบของขนาดตัวอย่างเป็น 2 กรณี คือขนาดตัวอย่างเท่ากันและขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ผลการวิจัยนำเสนอในรูปแบบของตารางซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขนาดตัวอย่างเท่ากัน

ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากันคือเท่ากับ 10, 20 , 30 และ 50 ทั้งสองกลุ่มประชากร โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ได้นำเสนอในตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน โดยมีขนาดตัวอย่างเท่ากันเท่ากับ 10,20,30 และ 50 ตามลำดับ

n1 : n2	10 : 10			20 : 20			30 : 30			50 : 50		
$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF
15 : 1	0.0375	0.0465	0.0355	0.0355	0.0455	0.0380	0.0455	0.0465	0.0435	0.0440	0.0445	0.0405
10 : 1	0.0380	0.0440	0.0355	0.0335	0.0545	0.0335	0.0315	0.0470	0.0290	0.0420	0.0470	0.0380
7.5 : 1	0.0420	0.0465	0.0400	0.0355	0.0505	0.0365	0.0365	0.0425	0.0310	0.0395	0.0465	0.0390
6.5 : 1	0.0485	0.0525	0.0470	0.0440	0.0460	0.0430	0.0445	0.0570	0.0390	0.0330	0.0495	0.0310
5.5 : 1	0.0370	0.0485	0.0330	0.0355	0.0510	0.0365	0.0325	0.0470	0.0335	0.0350	0.0515	0.0320
4.5 : 1	0.0390	0.0395	0.0340	0.0365	0.0510	0.0345	0.0340	0.0395	0.0280	0.0410	0.0500	0.0395
3.5 : 1	0.0350	0.0425	0.0320	0.0340	0.0390	0.0320	0.0360	0.0430	0.0375	0.0385	0.0530	0.0355
2.5 : 1	0.0435	0.0500	0.0400	0.0340	0.0460	0.0320	0.0405	0.0440	0.0350	0.0405	0.0525	0.0385
1.5 : 1	0.0390	0.0460	0.0350	0.0435	0.0545	0.0390	0.0405	0.0435	0.0375	0.0435	0.0510	0.0370
1 : 1.5	0.0405	0.0470	0.0365	0.0485	0.0540	0.0395	0.0395	0.0560	0.0385	0.0430	0.0550	0.0380
1 : 2.5	0.0415	0.0490	0.0375	0.0335	0.0495	0.0315	0.0400	0.0490	0.0400	0.0415	0.0465	0.0345
1 : 3.5	0.0340	0.0405	0.0310	0.0460	0.0585	0.0430	0.0325	0.0440	0.0315	0.0445	0.0495	0.0385
1 : 4.5	0.0365	0.0385	0.0325	0.0385	0.0490	0.0385	0.0350	0.0495	0.0360	0.0370	0.0485	0.0320
1 : 5.5	0.0380	0.0485	0.0345	0.0445	0.0540	0.0420	0.0410	0.0525	0.0390	0.0315	0.0350	0.0270
1 : 6.5	0.0460	0.0480	0.0430	0.0365	0.0435	0.0345	0.0420	0.0520	0.0410	0.0400	0.0490	0.0335
1 : 7.5	0.0375	0.0410	0.0395	0.0400	0.0420	0.0355	0.0395	0.0525	0.0440	0.0370	0.0465	0.0350
1 : 10	0.0335	0.0435	0.0320	0.0360	0.0465	0.0380	0.0345	0.0485	0.0330	0.0350	0.0480	0.0335
1 : 15	0.0360	0.0465	0.0355	0.0350	0.0445	0.0320	0.0360	0.0480	0.0375	0.0425	0.0525	0.0385

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที , Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที และCF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

หมายเหตุ วิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งได้ ทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง

จากตารางที่ ข.1 ซึ่งแสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากันคือเท่ากับ 10 , 20 , 30 และ 50 ทั้งสองกลุ่มประชากร จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ผลสรุปได้คือ

ที่ระดับขนาดตัวอย่างเท่ากันและอัตราส่วนความแปรปรวนใดๆ ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมได้

<u>ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน</u>

ในการวิจัยได้กำหนดความไม่เท่ากันของขนาดตัวอย่างที่ได้จากประชากรทั้งสองด้วยอัตราส่วนขนาดตัวอย่างและค่าความแตกต่างของขนาดตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยกำหนดอัตราส่วนขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1:1.25 , 1:1.5 , 1:2 และ 1:3 และกำหนดค่าความแตกต่างของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5,10,15,20 และ 40 ดังนั้นการนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี จึงนำเสนอตามขนาดตัวอย่างที่เป็นไปได้ของอัตราส่วนขนาดตัวอย่างและค่าความแตกต่างของขนาดตัวอย่างที่ระดับต่างๆ ดังนี้

<u>ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10</u>

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 15,20 และ30 โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ได้นำเสนอในตารางที่ ข.2

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และ ขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 15 , 20 และ 30 ตามลำดับ

n1 : n2	10 : 15			10 : 20			10 : 30		
$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF
15 : 1	0.0360	0.0425	0.0395	0.0360	0.0430	0.0335	0.0440	0.0480	0.0425
10 : 1	0.0440	0.0480	0.0450	0.0410	0.0405	0.0380	0.0370	0.0400	0.0375
7.5 : 1	0.0470	0.0475	0.0460	0.0485	0.0490	0.0415	0.0390	0.0405	0.0395
6.5 : 1	0.0395	0.0425	0.0370	0.0370	0.0450	0.0390	0.0355	0.0410	0.0355
5.5 : 1	0.0400	0.0445	0.0390	0.0380	0.0350	0.0325	0.0460	0.0490	0.0395
4.5 : 1	0.0420	0.0415	0.0370	0.0375	0.0425	0.0400	0.0400	0.0460	0.0435
3.5 : 1	0.0420	0.0475	0.0400	0.0480	0.0425	0.0415	0.0420	0.0530	0.0435
2.5 : 1	0.0410	0.0465	0.0390	0.0420	0.0485	0.0410	0.0415	0.0490	0.0440
1.5 : 1	0.0395	0.0510	0.0380	0.0365	0.0370	0.0350	0.0435	0.0435	0.0375
1 : 1.5	0.0405	0.0460	0.0425	0.0380	0.0480	0.0350	0.0395	0.0470	0.0420
1 : 2.5	0.0410	0.0460	0.0385	0.0490	0.0570	0.0545	0.0390	0.0500	0.0440
1 : 3.5	0.0365	0.0395	0.0345	0.0535	0.0585	0.0510	0.0465	0.0580	0.0465
1 : 4.5	0.0420	0.0470	0.0390	0.0455	0.0490	0.0430	0.0515	0.0545	0.0500
1 : 5.5	0.0365	0.0465	0.0330	0.0370	0.0420	0.0340	0.0460	0.0475	0.0425
1 : 6.5	0.0410	0.0525	0.0400	0.0380	0.0445	0.0400	0.0450	0.0485	0.0430
1 : 7.5	0.0460	0.0520	0.0405	0.0460	0.0485	0.0385	0.0370	0.0515	0.0380
1 : 10	0.0360	0.0415	0.0325	0.0325	0.0440	0.0310	0.0350	0.0450	0.0335
1 : 15	0.0345	0.0435	0.0330	0.0330	0.0440	0.0325	0.0485	0.0545	0.0405

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที , Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที และCF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

หมายเหตุ วิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งได้ ทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง

จากตารางที่ ข.2 ซึ่งแสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 10 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 15,20 และ30 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ผลสรุปได้คือ

ที่ระดับขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกันและอัตราส่วนความแปรปรวนใดๆ ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมได้

<u>ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20</u>

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ได้นำเสนอในตารางที่ ข.3

ตารางที่ ข.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 ตามลำดับ

n1 : n2	20 : 25			20 : 30			20 : 40			20 : 60		
$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF
15 : 1	0.0425	0.0500	0.0370	0.0375	0.0445	0.0345	0.0350	0.0450	0.0350	0.0330	0.0475	0.0370
10 : 1	0.0360	0.0460	0.0370	0.0395	0.0480	0.0405	0.0330	0.0355	0.0295	0.0420	0.0460	0.0425
7.5 : 1	0.0365	0.0395	0.0380	0.0395	0.0430	0.0355	0.0420	0.0425	0.0405	0.0330	0.0405	0.0315
6.5 : 1	0.0425	0.0500	0.0385	0.0340	0.0430	0.0355	0.0325	0.0395	0.0355	0.0350	0.0405	0.0325
5.5 : 1	0.0410	0.0540	0.0385	0.0425	0.0470	0.0385	0.0365	0.0585	0.0410	0.0390	0.0480	0.0370
4.5 : 1	0.0335	0.0485	0.0310	0.0385	0.0550	0.0400	0.0360	0.0465	0.0385	0.0430	0.0535	0.0400
3.5 : 1	0.0455	0.0480	0.0385	0.0415	0.0530	0.0420	0.0370	0.0465	0.0345	0.0320	0.0560	0.0395
2.5 : 1	0.0355	0.0515	0.0375	0.0435	0.0515	0.0390	0.0390	0.0670	0.0395	0.0400	0.0455	0.0360
1.5 : 1	0.0535	0.0595	0.0500	0.0475	0.0505	0.0415	0.0470	0.0560	0.0420	0.0390	0.0515	0.0400
1 : 1.5	0.0425	0.0520	0.0425	0.0415	0.0480	0.0375	0.0400	0.0440	0.0385	0.0325	0.0450	0.0315
1 : 2.5	0.0420	0.0465	0.0355	0.0405	0.0425	0.0300	0.0500	0.0570	0.0440	0.0420	0.0505	0.0400
1 : 3.5	0.0455	0.0500	0.0395	0.0335	0.0450	0.0335	0.0455	0.0510	0.0440	0.0400	0.0470	0.0400
1 : 4.5	0.0355	0.0460	0.0375	0.0410	0.0545	0.0370	0.0420	0.0580	0.0440	0.0410	0.0520	0.0375
1 : 5.5	0.0380	0.0470	0.0380	0.0345	0.0385	0.0280	0.0400	0.0510	0.0335	0.0445	0.0560	0.0445
1 : 6.5	0.0430	0.0470	0.0375	0.0365	0.0480	0.0345	0.0440	0.0485	0.0370	0.0415	0.0475	0.0360
1 : 7.5	0.0365	0.0395	0.0330	0.0365	0.0430	0.0360	0.0405	0.0450	0.0330	0.0345	0.0405	0.0275
1 : 10	0.0350	0.0470	0.0360	0.0390	0.0415	0.0350	0.0380	0.0440	0.0330	0.0360	0.0465	0.0330
1 : 15	0.0365	0.0490	0.0335	0.0355	0.0455	0.0380	0.0440	0.0460	0.0375	0.0430	0.0585	0.0360

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที , Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที และCF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

หมายเหตุ วิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งได้ ทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง

จากตารางที่ ข.3 ซึ่งแสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 20 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 25,30,40 และ 60 โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ผลสรุปได้คือ

ที่ระดับขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกันและอัตราส่วนความแปรปรวนใดๆ ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมได้

<u>ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40</u>

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60 และ 80 โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ได้นำเสนอในตารางที่ ข.4

ตารางที่ ข.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และ ขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60และ 80 ตามลำดับ

n1 : n2	40 : 50			40 : 60			40 : 80		
$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF
15 : 1	0.0320	0.0475	0.0360	0.0340	0.0395	0.0315	0.0420	0.0445	0.0400
10 : 1	0.0320	0.0410	0.0320	0.0290	0.0440	0.0310	0.0380	0.0540	0.0405
7.5 : 1	0.0365	0.0505	0.0345	0.0345	0.0435	0.0360	0.0390	0.0490	0.0420
6.5 : 1	0.0400	0.0405	0.0375	0.0375	0.0500	0.0330	0.0355	0.0525	0.0355
5.5 : 1	0.0425	0.0545	0.0430	0.0355	0.0500	0.0325	0.0390	0.0420	0.0400
4.5 : 1	0.0370	0.0460	0.0360	0.0390	0.0430	0.0395	0.0355	0.0440	0.0335
3.5 : 1	0.0415	0.0460	0.0385	0.0340	0.0380	0.0340	0.0350	0.0440	0.0325
2.5 : 1	0.0350	0.0545	0.0355	0.0355	0.0405	0.0300	0.0400	0.0525	0.0395
1.5 : 1	0.0440	0.0585	0.0415	0.0435	0.0525	0.0440	0.0375	0.0540	0.0360
1 : 1.5	0.0415	0.0525	0.0350	0.0390	0.0535	0.0335	0.0430	0.0465	0.0380
1 : 2.5	0.0395	0.0450	0.0305	0.0355	0.0445	0.0300	0.0430	0.0515	0.0405
1 : 3.5	0.0410	0.0490	0.0385	0.0295	0.0430	0.0265	0.0365	0.0510	0.0330
1 : 4.5	0.0370	0.0470	0.0335	0.0420	0.0490	0.0395	0.0455	0.0580	0.0405
1 : 5.5	0.0425	0.0505	0.0365	0.0350	0.0435	0.0330	0.0365	0.0430	0.0355
1 : 6.5	0.0335	0.0460	0.0305	0.0375	0.0485	0.0355	0.0440	0.0555	0.0360
1 : 7.5	0.0335	0.0470	0.0330	0.0400	0.0420	0.0395	0.0415	0.0470	0.0375
1 : 10	0.0395	0.0510	0.0400	0.0375	0.0465	0.0335	0.0385	0.0450	0.0355
1 : 15	0.0365	0.0515	0.0380	0.0325	0.0395	0.0300	0.0375	0.0505	0.0305

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที , Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที และCF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

หมายเหตุ วิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งได้ ทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง

จากตารางที่ ข.4 ซึ่งแสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 40 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n2 เท่ากับ 50,60 และ 80 โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ผลสรุปได้คือ

ที่ระดับขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกันและอัตราส่วนความแปรปรวนใดๆ ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมได้

<u>ขนาดตัวอย่าง n1 เท่ากับ 15,30 และ60</u>

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง (n1,n2) เท่ากับ (15,30) , (30,45) และ (60,75) โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ได้นำเสนอในตารางที่ ข.5

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณแบบช่วง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวน โดยมีขนาดตัวอย่าง n1 และ ขนาดตัวอย่าง n2 (n1,n2) เท่ากับ (15,30),(30,45) และ(60,75) ตามลำดับ

n1 : n2	15 : 30			30 : 45			60 : 75		
$\sigma^2_1 : \sigma^2_2$	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF	Mt	Ct	CF
15 : 1	0.0460	0.0535	0.0430	0.0395	0.0480	0.0355	0.0360	0.0515	0.0345
10 : 1	0.0370	0.0430	0.0330	0.0375	0.0445	0.0360	0.0405	0.0510	0.0365
7.5 : 1	0.0340	0.0375	0.0340	0.0395	0.0545	0.0440	0.0390	0.0450	0.0330
6.5 : 1	0.0385	0.0525	0.0480	0.0370	0.0475	0.0370	0.0305	0.0445	0.0315
5.5 : 1	0.0365	0.0450	0.0350	0.0355	0.0505	0.0300	0.0335	0.0435	0.0380
4.5 : 1	0.0355	0.0415	0.0355	0.0360	0.0490	0.0375	0.0390	0.0455	0.0405
3.5 : 1	0.0475	0.0605	0.0480	0.0350	0.0460	0.0380	0.0430	0.0460	0.0410
2.5 : 1	0.0470	0.0485	0.0415	0.0390	0.0455	0.0360	0.0450	0.0525	0.0380
1.5 : 1	0.0440	0.0490	0.0425	0.0500	0.0555	0.0420	0.0410	0.0470	0.0380
1 : 1.5	0.0500	0.0525	0.0505	0.0485	0.0560	0.0425	0.0420	0.0545	0.0370
1 : 2.5	0.0420	0.0490	0.0415	0.0395	0.0510	0.0365	0.0435	0.0525	0.0400
1 : 3.5	0.0425	0.0545	0.0410	0.0385	0.0540	0.0405	0.0510	0.0555	0.0510
1 : 4.5	0.0410	0.0505	0.0380	0.0370	0.0540	0.0370	0.0355	0.0530	0.0310
1 : 5.5	0.0405	0.0450	0.0390	0.0425	0.0480	0.0395	0.0385	0.0500	0.0360
1 : 6.5	0.0435	0.0505	0.0375	0.0380	0.0500	0.0355	0.0420	0.0500	0.0395
1 : 7.5	0.0380	0.0440	0.0320	0.0370	0.0490	0.0340	0.0420	0.0595	0.0430
1 : 10	0.0430	0.0495	0.0400	0.0450	0.0450	0.0350	0.0335	0.0520	0.0340
1 : 15	0.0360	0.0480	0.0320	0.0365	0.0445	0.0390	0.0345	0.0460	0.0325

Mt แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยค่าสัมบูรณ์ที่มากสุดของตัวสถิติที , Ct แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติที และCF แทน วิธีการประมาณแบบช่วงด้วยผลรวมเชิงเส้นของตัวสถิติเอฟ

หมายเหตุ วิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่งได้ ทุกอัตราส่วนความแปรปรวนและขนาดตัวอย่าง

จากตารางที่ ข.5 ซึ่งแสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง (n1,n2) เท่ากับ (15,30) , (30,45) และ (60,75) โดยจำแนกตามอัตราส่วนความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2 : \sigma_2^2$) ผลสรุปได้คือ

ที่ระดับขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกันและอัตราส่วนความแปรปรวนใดๆ ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่ใช้ในวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี สามารถควบคุมได้

ภาคผนวก ค

โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมหลัก

```
C*****************************************************
C          MAIN PROGRAM
C*****************************************************
      COMMON  /SEED1/IX1,KK1,/SEED2/IX2,KK2
     C      , /ACT/MEAN,SIGMA, /SELECT/RN1,RN2,ND,IN
     C      , /POP/IP1,IP2,NUM1,NUM2
     C      , /INDEX/IR,NN1,NN2 ,/ERR/ERR(10,15,15),NREP,NCN
     C      , /INT/AVM(10),SIG(10),/INTA/AUC(10),ALC(10),SRN(10)
     C      ,/CL1/UCMIN,CLMAX,SLCL1,SUCL1,AV1
     C      ,/CL2/VTI(10),SLCL2,SUCL2,ALCL2,AUCL2,AV2
     C      ,/CL3/VFI(10),SLCL3,SUCL3,ALCL3,AUCL3,CINT,AV3
     C      , /COUNT1/SM1(10,15,15),RANGE1(10,15,15)
     C      ,/SDAVM1/SMAV1,SMSAV1,SUAV1
     C     , /COUNT2/SM2(10,15,15),RANGE2(10,15,15)
     C     ,/SDAVM2/SMAV2,SMSAV2,SUAV2 ,/SDAVM3/SMAV3,SMSAV3,SUAV3
     C     , /COUNT3/SM3(10,15,15),RANGE3(10,15,15)
       DIMENSION DF(5),RR(4),EN(5)
       DATA (DF(I),I=1,5)/5,10,15,20,40/
     C    ,(RR(J),J=1,4)/3,2,1.5,1.25/,(EN(K),K=1,4)/1,2,3,5/
       KK1=0
       IX1=74851
       KK2=0
       IX2=64163
       MEAN=10
       IN=2070
       NCN=2000
      DO 10 N1=10,80,5
      DO 20 N2=10,80,5
       IF (N1.LE.N2) GOTO 71
         GOTO 20
```

```
71      ND=ABS(N1-N2)
C       ND=ABS(N1-N2)
        RN1=N1
        RN2=N2
IF (ND.EQ.0)  GOTO 25
         GOTO  88
25       RN=RN1/10.0
        DO 30 K=1,4
        IF (RN.NE.EN(K))  GOTO 30
        GOTO 70
88       DO 35 I=1,5
      IF (ND.EQ.DF(I))  GOTO 40
      GOTO 35
C     WRITE(*,*) N1,N2,ND,DF(I)
40       IF (N1.GT.N2)    GOTO 45
        GOTO 55
45       RATE=RN1/RN2
         GOTO 65
55        RATE=RN2/RN1
        GOTO 65
65     DO 60 J=1,4
      IF (RATE.NE.RR(J))  GOTO 60
         GOTO 70
C       WRITE(*,*) N1,N2,ND,DF(I),RATE
70        NUM1=N1
        NUM2=N2
        NN1=N1/5 -1
        NN2=N2/5 -1
      WRITE (*,*) NUM1,NUM2,ND
C********RATE*OF*VARIANCE************************
      DO 99 JJ=1,9
      IR=JJ
      IP2=1
      IP1=IR+1
      SLCL1=0
```

```
      SUCL1=0
      SLCL2=0
      SUCL2=0
      SUCL3=0
      SLCL3=0
      SMAV1=0
      SMSAV1=0
      SUAV1=0
      SMAV2=0
      SMSAV2=0
      SUAV2=0
      SMAV3=0
      SMSAV3=0
      SUAV3=0
      NREP=0
C      WRITE(*,*)IP1,IP2,NUM1,NUM2
C*********REPETICATION**************************
      DO 100 II=1,IN
C      WRITE(*,*)IP1,IP2,NUM1,NUM2
       CALL GEN1 (NUM1,IP1)
       CALL GEN1 (NUM2,IP2)
        CALL METHC
        IF (CINT.LT.0) GOTO 100
          NREP=NREP+1
        IF (NREP.GT.NCN)  GOTO 101
          CALL METHA
         CALL METHB
100     CONTINUE
C********MAXT************************************
101     AVRAN1=RANGE1(IR,NN1,NN2)/SM1(IR,NN1,NN2)
       ALPHA1=SM1(IR,NN1,NN2)/NCN
       AVLCL1=SLCL1/SM1(IR,NN1,NN2)
       AVUCL1=SUCL1/SM1(IR,NN1,NN2)
C      WRITE(*,*) SM1(IR,NN1,NN2),RANGE1(IR,NN1,NN2),AVRAN1,ALPHA1
C      WRITE(*,*)AVRAN1,AVLCL1,AVUCL1,ALPHA1
```

```
C*******COMBINED*T*****************************
      AVRAN2=RANGE2(IR,NN1,NN2)/SM2(IR,NN1,NN2)
      ALPHA2=SM2(IR,NN1,NN2)/NCN
      AVLCL2=SLCL2/SM2(IR,NN1,NN2)
      AVUCL2=SUCL2/SM2(IR,NN1,NN2)
C      WRITE(*,*)AVRAN2,AVLCL2,AVUCL2,ALPHA2
C*******COMBINED*F*****************************
      AVRAN3=RANGE3(IR,NN1,NN2)/SM3(IR,NN1,NN2)
      ALPHA3=SM3(IR,NN1,NN2)/NCN
      AVLCL3=SLCL3/SM3(IR,NN1,NN2)
      AVUCL3=SUCL3/SM3(IR,NN1,NN2)
C      WRITE (*,*) AVRAN3,AVLCL3,AVUCL3,ALPHA3
C*********SHOW*ALL*VALUE************************
     WRITE(*,11) AVRAN1,AVRAN2,AVRAN3,ALPHA1,ALPHA2,ALPHA3
C      WRITE(*,11) AVLCL1,AVUCL1,AVLCL2,AVUCL2,AVLCL3,AVUCL3
11    FORMAT(3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6)
C********MEAN***********************************
     AMEAN1=(AVUCL1+AVLCL1)/2
     AMEAN2=(AVUCL2+AVLCL2)/2
     AMEAN3=(AVUCL3+AVLCL3)/2
C      WRITE(*,*) AMEAN1,AMEAN2,AMEAN3,IP1,IP2
C*********MSE************************************
      SMSE1=(SUAV1/SM1(IR,NN1,NN2))
      SMSE2=(SUAV2/SM2(IR,NN1,NN2))
      SMSE3=(SUAV3/SM3(IR,NN1,NN2))
C       WRITE(*,21)AMEAN1,AMEAN2,AMEAN3,SMSE1,SMSE2,SMSE3
C21     FORMAT(3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6)
99     CONTINUE
60     CONTINUE
35     CONTINUE
30     CONTINUE
20     CONTINUE
10     CONTINUE
     STOP
     END
```

โปรแกรมสร้างข้อมูลตามการแจกแจงของประชากรทั้งสอง

```
C*************************************************
      SUBROUTINE GEN1(NUM,IP)
C*************************************************
       REAL NORM1,NORM2
      COMMON /SEED1/IX1,KK1,/SEED2/IX2,KK2
   C      , /ACT/MEAN,SIGMA
   C      , /POP/IP1,IP2,NUM1,NUM2
   C      , /INDEX/IR,NN1,NN2
   C       , /INT/AVM(10),SIG(10),/INTA/AUC(10),ALC(10),SRN(10)
   C       ,/CL2/VTI(10),SLCL2,SUCL2,ALCL2,AUCL2,AV2
   C       ,/CL3/VFI(10),SLCL3,SUCL3,ALCL3,AUCL3,CINT,AV3
      DIMENSION AA(15),SS(10),D(200)
      DATA (AA(I),I=1,15)/2.67723,2.50298,2.42734,2.38512,2.35818,1.96
   C  ,2.3258,2.31531,2.30703,1.96,2.29477,1.96,1.96,2.28272,2.27974/
   C  ,(SS(J),J=1,10) /1.,1.5,2.5,3.5,4.5,5.5,6.5,7.5,10.,15./
C       WRITE(*,*)IP1,IP2,NUM1,NUM2
         GG=0
         SGD=0
        DMEAN=MEAN
        AM=AA(NUM/5-1)
       SIGMA=SQRT(SS(IP)*10)
       DO 22 N=1,NUM
        IF(IP.EQ.IP1)  GOTO 12
          GOTO  14
12       D(N)=NORM1(DMEAN,SIGMA)
        GOTO 33
14       D(N)=NORM2(DMEAN,SIGMA)
        GOTO 33
33         GD=(D(N)**2)
        SGD=GD+SGD
C        WRITE(*,*) D(N),GD
22       GG=GG+D(N)
C       WRITE(*,*) 'J',J,SIGMA,GG,SGD
```

```
      SNUM=NUM
      SG= SQRT((SGD-(GG**2)/SNUM)/(SNUM-1))
      SIG(IP)=SG
      AV=GG/SNUM
      AVM(IP)=AV
      AUCL=AV+(AM*SG)/SQRT(SNUM)
      AUC(IP)=AUCL
      ALCL=AV-(AM*SG)/SQRT(SNUM)
      ALC(IP)=ALCL
      VTI(IP)=(SNUM-3)/(SNUM-1)
      VFI(IP)=(((SNUM-3)**2)*(SNUM-5))/(2*((SNUM-1)**2)*(SNUM-2))
C      WRITE(*,*)SNUM,ALCL,AV,AUCL,SIG,CM1
      RETURN
      END
C*************************************************
    FUNCTION NORM1(DMEAN,SIGMA)
C*************************************************
    COMMON /SEED1/IX1,KK1,/Z/U2
    REAL NORM1,RU1,RU2,U1,U2
    PI=3.142857143
    IF (KK1.EQ.1)   GOTO 10
    CALL RNDOM1(IX1,RAND1)
     RU1 = RAND1
    CALL RNDOM1(IX1,RAND1)
     RU2 = RAND1
    U1 = SQRT(-2*ALOG(RU1))*COS(2*PI*RU2)
    U2 = SQRT(-2*ALOG(RU1))*SIN(2*PI*RU2)
    NORM1 = DMEAN+SIGMA*U1
     KK1=1
     RETURN
10   NORM1=DMEAN+SIGMA*U2
    KK1=0
    RETURN
    END
```

```
C*********************************************
      SUBROUTINE RNDOM1(IX1,RAND1)
C*********************************************
     REAL RAND1
     IX1 = IX1 * 16807
     IF (IX1.LT.0) IX1 = IX1+2147483647+1
     RAND1 = IX1
     RAND1 = RAND1*.465661E-9
     RETURN
     END
C*********************************************
     FUNCTION NORM2(DMEAN,SIGMA)
C*********************************************
     COMMON /SEED2/IX2,KK2,/ZZ/V2
     REAL NORM2,RAND2
     PI=3.142857143
     IF (KK2.EQ.1)   GOTO 15
     CALL RNDOM2(IX2,RAND2)
      RV1 = RAND2
     CALL RNDOM2(IX2,RAND2)
      RV2 = RAND2
     V1 = SQRT(-2*ALOG(RV1))*COS(2*PI*RV2)
     V2 = SQRT(-2*ALOG(RV1))*SIN(2*PI*RV2)
     NORM2 = DMEAN+SIGMA*V1
      KK2=1
      RETURN
15    NORM2=DMEAN+SIGMA*V2
     KK2=0
     RETURN
     END
```

```
C*********************************************
      SUBROUTINE RNDOM2(IX2,RAND2)
C*********************************************
      REAL RAND2
      IX2 = IX2 * 16807
      IF (IX2.LT.0) IX2 = IX2+2147483647+1
      RAND2 = IX2
      RAND2 = RAND2*.465661E-9
      RETURN
      END
```

โปรแกรมการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี

```
C*****ABSOLUTE MAXIMUM OF T STATISTIC***
      SUBROUTINE METHA
C*****************************************************
       COMMON  /POP/IP1,IP2,NUM1,NUM2 ,/ACT/MEAN,SIGMA
     C      , /INT/AVM(10),SIG(10),/INTA/AUC(10),ALC(10),SRN(10)
     C       ,/CL1/UCMIN,CLMAX,SLCL1,SUCL1,AV1
C       WRITE(*,*) IP1,IP2
        RM1=NUM1
        RM2=NUM2
        SRN(IP1)=(SIG(IP1))/(SQRT(RM1))
        SRN(IP2)=(SIG(IP2))/(SQRT(RM2))
C      WRITE (*,*)(ALC(J),AVM(J),AUC(J),J=1,2)
       IF (ALC(IP2).GE.ALC(IP1))  GOTO 1
          GOTO 2
1      CLMAX=ALC(IP2)
        GOTO 6
2      CLMAX=ALC(IP1)
        GOTO 6
6      IF (AUC(IP2).LE.AUC(IP1))    GOTO 3
          GOTO 4
3       UCMIN=AUC(IP2)
          GOTO  5
```

```
4       UCMIN=AUC(IP1)
        GOTO 5
C5      WRITE (*,*) 'A',CLMAX,UCMIN
5       AV1=(CLMAX+UCMIN)/2
        T1=(AVM(IP1)-MEAN)/(SRN(IP1))
        T2=(AVM(IP2)-MEAN)/(SRN(IP2))
       AT1=ABS(T1)
       AT2=ABS(T2)
       XMT=AMAX1(AT1,AT2)
C       WRITE(*,441) AV1,SRN(IP1),SRN(IP2),T1,T2,XMT
C441     FORMAT(3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6)
         CALL TSTA
      RETURN
      END
C***********************************************
    SUBROUTINE TSTA
C***********************************************
     COMMON  /INDEX/IR,NN1,NN2 ,/ACT/MEAN,SIGMA
   C       ,/CL1/UCMIN,CLMAX,SLCL1,SUCL1,AV1
   C       ,/SDAVM1/SMAV1,SMSAV1,SUAV1
   C       , /COUNT1/SM1(10,15,15),RANGE1(10,15,15)
     LOGICAL A,B
C********MSE OF MAXT**********************
      SMAV1=SMAV1+AV1
      SMSAV1=SMSAV1+(AV1)**2
      SUAV1=SUAV1+(AV1-MEAN)**2
C      WRITE (*,*) IP1,IP2,CLMAX,UCMIN
      A = (MEAN.LE.UCMIN)
      B = (CLMAX.LE.MEAN)
     IF (A.AND.B) GOTO 40
      GOTO 50
40    DD=0
     DD= UCMIN-CLMAX
     SM1(IR,NN1,NN2)=SM1(IR,NN1,NN2)+1
     RANGE1(IR,NN1,NN2)=RANGE1(IR,NN1,NN2) + DD
```

```
      SLCL1=CLMAX+SLCL1
      SUCL1=UCMIN+SUCL1
C       WRITE (*,*) 'G',SM1(IR,NN1,NN2),RANGE1(IR,NN1,NN2)
50     RETURN
      END

C*****LINEAR COMBINED OF T STATISTIC*****
     SUBROUTINE METHB
C*****************************************************
      COMMON  /POP/IP1,IP2,NUM1,NUM2 , /INDEX/IR,NN1,NN2
    C   ,/INT/AVM(10),SIG(10),/ACT/MEAN,SIGMA
    C   ,/CL2/VTI(10),SLCL2,SUCL2,ALCL2,AUCL2,AV2
    C   ,/TAIL/AT(10),BT(10),SSN(10),UI(10)
      DIMENSION BB(15,15)
       DATA BB(1,1),BB(1,2),BB(2,1),BB(1,3),BB(3,1),BB(1,5),BB(5,1)
    C   ,BB(2,5),BB(5,2),BB(3,4),BB(4,3),BB(3,5),BB(5,3)
    C   ,BB(3,7),BB(7,3),BB(3,11),BB(11,3),BB(5,8),BB(8,5)
    C   ,BB(7,9),BB(9,7),BB(7,11),BB(11,7),BB(7,15),BB(15,7)
    C   ,BB(11,14),BB(14,11),BB(3,3),BB(5,5),BB(7,7),BB(9,9)
    C   /1.59209,2*1.54932,2*1.53015,2*1.51225,2*1.47447,2*1.46394
    C    ,2*1.45756,2*1.44982,2*1.44232,2*1.4318,2*1.4225,2*1.41966
    C   ,2*1.41615,2*1.40981,1.47383,1.44177,1.42684,1.41821/
C       WRITE(*,*) IP1,IP2,IR,NN1,NN2
C       WRITE (*,*)'B',(AVM(J),SIG(J),J=IP1,IP2,IR)
      RNUM1=NUM1
      RNUM2=NUM2
      SSN(IP1)=SIG(IP1)/SQRT(RNUM1)
      SSN(IP2)=SIG(IP2)/SQRT(RNUM2)
      DO 11 KK=IP2,IP1,IR
       UI(KK)=VTI(KK)/(VTI(IP1)+VTI(IP2))
       AT(KK)=UI(KK)*AVM(KK)/SSN(KK)
       BT(KK)=UI(KK)/SSN(KK)
11     CONTINUE
      ATT=AT(IP1)+AT(IP2)
      BTT=BT(IP1)+BT(IP2)
```

```
      AV2=ATT/BTT
      AUCL2= AV2 + BB(NN1,NN2)/BTT
      ALCL2= AV2 - BB(NN1,NN2)/BTT
      BXX = BB(NN1,NN2)
C       WRITE(*,*) (UI(I),SIG(I),AT(I),BT(I),I=IP1,IP2,IR)
C       WRITE(*,*) ATT,BTT
C        WRITE(*,*) NN1,NN2,BXX
C       WRITE (*,*)ALCL2,AV2,AUCL2,BXX,MEAN
C*********T*TEST*********************************
        TB1=(AVM(IP1)-MEAN)/(SSN(IP1))
        TB2=(AVM(IP2)-MEAN)/(SSN(IP2))
        WT=UI(IP1)*TB1+UI(IP2)*TB2
C        WRITE(*,442)AV2,SSN(IP1),SSN(IP2),TB1,TB2,WT
C442      FORMAT(3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6)
       CALL TSTB
       RETURN
       END
C*************************************************
     SUBROUTINE TSTB
C*************************************************
     COMMON  /ACT/MEAN,SIGMA, /INDEX/IR,NN1,NN2
    C    ,/CL2/VTI(10),SLCL2,SUCL2,ALCL2,AUCL2,AV2
    C    ,/COUNT2/SM2(10,15,15),RANGE2(10,15,15)
    C    ,/SDAVM2/SMAV2,SMSAV2,SUAV2
      LOGICAL C,D
C********MSE OF COMBINED*T**********************
       SMAV2=SMAV2+AV2
       SMSAV2=SMSAV2+(AV2)**2
       SUAV2=SUAV2+(AV2-MEAN)**2
C        WRITE (*,*) ALCL2,AUCL2,MEAN
      C = (MEAN.LE.AUCL2)
      D = (ALCL2.LE.MEAN)
      IF (C.AND.D) GOTO 44
         GOTO 77
 44     DDD=0
```

```
      DDD= AUCL2-ALCL2
C       WRITE(*,*) DDD
      SM2(IR,NN1,NN2)=SM2(IR,NN1,NN2)+1
      RANGE2(IR,NN1,NN2)=RANGE2(IR,NN1,NN2) + DDD
      SLCL2=ALCL2+SLCL2
      SUCL2=AUCL2+SUCL2
C       WRITE (*,*) SM2(IR,NN1,NN2),RANGE2(IR,NN1,NN2)
77      RETURN
       END

C*****LINEAR COMBINED OF F STATISTC*****
     SUBROUTINE METHC
C*******************************************************
      COMMON  /POP/IP1,IP2,NUM1,NUM2 , /INDEX/IR,NN1,NN2
     C   ,/INT/AVM(10),SIG(10) ,/ERR/ERR(10,15,15),NREP,NCN
     C   ,/ACT/MEAN,SIGMA,/CL3/VFI(10),SLCL3,SUCL3,ALCL3,AUCL3,CINT
     C   ,AV3,/TAIL1/WSN(10),PF(10),SSD(10),WI(10)
      DIMENSION CC(15,15) ·
       DATA CC(1,2),CC(2,1),CC(1,3),CC(3,1),CC(1,5),CC(5,1)
     C   ,CC(2,5),CC(5,2),CC(3,4),CC(4,3),CC(3,5),CC(5,3)
     C   ,CC(3,7),CC(7,3),CC(3,11),CC(11,3),CC(5,8),CC(8,5)
     C   ,CC(7,9),CC(9,7),CC(7,11),CC(11,7),CC(7,15),CC(15,7)
     C  ,CC(11,14),CC(14,11),CC(1,1),CC(3,3),CC(5,5),CC(7,7),CC(9,9)
     C   /2*3.90774,2*3.76712,2*3.63323,2*3.47521,2*3.42807,2*3.3896
     C  ,2*3.34201,2*3.29512,2*3.24614,2*3.19534,2*3.17922,2*3.15916
     C  ,2*3.12544,4.19891,3.48623,3.30324,3.21963,3.17176/
C        WRITE(*,*) IP1,IP2,IR
C       WRITE (*,*)(AVM(J),J=IP1,IP2,IR)
       IF (NREP.EQ.NCN) GOTO 124
        RNUM1=NUM1
        RNUM2=NUM2
        SSD(IP1)=(SIG(IP1)**2)/RNUM1
        SSD(IP2)=(SIG(IP2)**2)/RNUM2
        DO 15 IK=IP2,IP1,IR
        WI(IK)=VFI(IK)/(VFI(IP1)+VFI(IP2))
```

```
      WSN(IK)=WI(IK)/SSD(IK)
15    CONTINUE
      WSS=(WSN(IP1)+WSN(IP2))
      PF(IP1)=WSN(IP1)/WSS
      PF(IP2)=WSN(IP2)/WSS
      WOD=(PF(IP1)*(AVM(IP1)**2))+(PF(IP2)*(AVM(IP2)**2))
      AVE=(PF(IP1)*AVM(IP1))+(PF(IP2)*AVM(IP2))
      DIFP=(WOD-(AVE**2))
      CINT=((CC(NN1,NN2)/WSS)-(DIFP))
C     WRITE(*,*) IR,NN1,NN2,DIFP,CINT
      IF (CINT.LT.0)  GOTO 125
      GOTO 135
135   SCINT=SQRT(CINT)
      AV3=AVE
      AUCL3=AV3+SCINT
      ALCL3=AV3-SCINT
      CXX=CC(NN1,NN2)
C     WRITE(*,*) NN1,NN2,CXX
      F1=((AVM(IP1)-MEAN)**2)/(SSD(IP1))
      F2=((AVM(IP2)-MEAN)**2)/(SSD(IP2))
      WF=WI(IP1)*F1+WI(IP2)*F2
C     WRITE(*,*) (WI(I),I=IP1,IP2,IR),(WSN(I),I=IP1,IP2,IR)
C     WRITE(*,*) (WI(I),I=IP1,IP2,IR),F1,F2
C     WRITE(*,*) (PF(I),I=IP1,IP2,IR),'DIF', DIFP,CINT,SCINT
C     WRITE (*,*)ALCL3,AV3,AUCL3,CXX
C     WRITE(*,443)AV3,SSD(IP1),SSD(IP2),F1,F2,WF
C443  FORMAT(3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6,3X,F9.6)
      CALL TSTC
124   RETURN
125   ERR(IR,NN1,NN2)=ERR(IR,NN1,NN2)+1
C     WRITE(*,*) 'ERROR', ERR(IR,NN1,NN2),IR
      RETURN
      END
```

```
C************************************************
      SUBROUTINE TSTC
C************************************************
      COMMON  /ACT/MEAN,SIGMA, /INDEX/IR,NN1,NN2
     C   ,/CL3/VFI(10),SLCL3,SUCL3,ALCL3,AUCL3,CINT,AV3
     C   ,/COUNT3/SM3(10,15,15),RANGE3(10,15,15)
     C   ,/SDAVM3/SMAV3,SMSAV3,SUAV3
      LOGICAL E,F,G
C********MSE OF COMBINED F***************
       SMAV3=SMAV3+AV3
       SMSAV3=SMSAV3+(AV3)**2
       SUAV3=SUAV3+(AV3-MEAN)**2
C        WRITE (*,*) ALCL3,AUCL3
      E = (MEAN.LE.AUCL3)
      F = (ALCL3.LE.MEAN)
      G = (CINT.GT.0)
      IF (E.AND.F.AND.G) GOTO 43
      GOTO 54
43     DL=0
      DL= AUCL3-ALCL3
      SM3(IR,NN1,NN2)=SM3(IR,NN1,NN2)+1
      RANGE3(IR,NN1,NN2)=RANGE3(IR,NN1,NN2) + DL
      SLCL3=SLCL3+ALCL3
      SUCL3=SUCL3+AUCL3
C       WRITE (*,*) SM3(IR,NN1,NN2),RANGE3(IR,NN1,NN2)
54     RETURN
      END
```

ประวัติผู้วิจัย

นาย ธนภัทร ศรภักดี เกิดวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2516 ที่อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2538