

References

- Aroian, L.A. and Levene, H., 1950, "The effectiveness of quality control charts", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 45, pp. 520-529.
- Crowder, S.V., 1987, "Computational of ARL for combined individual measurement and moving range charts", **Journal of Quality Technology**, Vol. 19, No. 2, pp. 98-102.
- Dell, T.R. and Clutter, J.L., 1972, "Ranked set sampling theory with order statistics background", **Biometrics**, Vol. 28, pp. 545-553.
- Greville, T.N.E., 1960, "Some applications of the pseudo inverse of a matrix", **SIAM Review**, Vol. 2, pp. 15-22.
- Halls, L.K. and Dell, T.R., 1996, "Trial of ranked set sampling for forage yields", **Forest Science**, Vol. 12, No. 1, pp. 22-26.
- Hotelling, H., 1947, "Multivariate Quality Control-Illustrated by the Air Testing of sample Bombsights", **Techniques of Statistical Analysis**, Eisenhart. C., Hasty, M.W., Wallis, W.A. (eds), New York: MacGraw-Hill, pp. 111-184.
- Johnson, R.A. and Wichern, D.W., 2007, **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 6th ed., Pearson education international, pp. 425-429.
- Lowry, C.A. and Montgomery, D.C., 1995, "A Review of Multivariate Control Charts", **IEE Transactions**, Vol.27, pp. 810-880.
- McIntyre, G.A., 1952, "A method for unbiased selective sampling using ranked sets", **Australian Journal of Agricultural Research**, Vol. 3, pp. 385-390.
- Mittra, A., 1998, **Fundamentals of Quality Control and Improvement**, 2nd ed., Prentice-Hall, pp. 342-3498.
- Montgomery, D.C., 2001, **Introduction to Statistical Quality Control**, 4th ed., John Wiley and Sons, New York, pp. 353-363.
- Montgomery, D.C. and Klatt, P.J., 1972, "Economic Design of T^2 Control Charts to Maintain Current Control of a Process", **Management Science**, Vol. 19, No. 1, pp. 76-89.
- Muttlak, H.A. and Al-Sabah, W.S., 2003, "Statistical Quality Control based on Ranked Set Sampling", **Journal of Applied Statistics**, Vol. 30, No. 9, pp. 1055-1078.
- Pongchavalit, C. and Pongpullponsak, A., 2007, "The Economic Model of Moving-Average Control Chart", **Proceedings of the 8th Asia Pacific Industrial Engineering and Management System and 2007 Chinese Institute of Industrial Engineers Conference**, December 9-12, 2007, The Ambassador Hotel, Kaohsiung, Taiwan, pp. 76.

- Pongpullponsak, A., Panthong, C. and Suracherkeiti, W., 2009, "The Economic model of control chart using Shewhart method for skewed distribution", **Thailand Statistician**, Vol. 7, No. 1, pp. 81-99.
- Pongpullponsak, A. and Sontisamran, P., 2010, "Statistical quality control based on Ranked Set Sampling for Multiple Characteristics", In **proceedings of the International Conference for a Sustainable Greater Mekong Subregion**, 26-27 August 2010, Bangkok, Thailand, pp. 465-467.
- Ridout, M.S. and Cobby, J.M., 1987, "Ranked set sampling with non-random selection of sets and errors in ranking", **Applied Statistics**, Vol. 36, pp. 145-152.
- Ridout, M.S., 2003, "On Ranked Set Sampling for Multiple Characteristics", **Environmental and Ecological Statistics**, Volume 10, Number 2, June 2003, No. 8, pp. 255-262.
- Ross, S., 1996, **Stochastic Processes**, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York, pp. 268-274.
- Salazar, R.D. and Sinha, A.K., 1997, "Control chart $\bar{x}$ based on ranked set Sampling", **Communication Tecica**, No. 1, pp. 97-109.
- Schott, J.R., 2005, **Matrix Analysis for Statistics**, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York, pp. 365-370.
- Shewhart, W.A., 1924, "Some Applications of Statistical Methods to the Analysis of Physical and Engineering Data", **Bell Technical Journal**, Vol. 3, pp. 43-87.
- Stokes, S.L., 1977, "Ranked set sampling with concomitant variables", **Communications in Statistics-Theory and Methods A6**, pp. 1207- 1211.
- Takahashi, K. and Wakimoto, K., 1968, "On the unbiased estimates of the population mean based on the sample stratified by means of ordering", **Annals of Institute of Statistical Mathematics**, Vol. 20, pp. 1-31.
- Takahashi, K., 1969, "On the estimation of the population mean based on ordered samples from an equi-correlated multivariate distribution", **Annals of the Institute of Statistical Mathematics**, Vol. 21, pp. 249-255.
- Takahashi, K., 1970, "Practical note on estimation of population means based on samples stratified by means of ordering", **Annals of the Institute of Statistical Mathematics**, Vol. 22, pp. 421-428.
- Walpole, R.E., Myers, R.H. and Myers, S.L., 1998, **Probability and Statistics for Engineering and Scientists**, 6th ed., Prentice Hall International, pp. 296-302.
- Weiler, H., 1952, "On the most Economical Sample Size for Controlling the Mean of a Population", **Annals Mathematical Statistics**, Vol. 23, pp. 247-254.

Appendix

Appendix 1 Corollary for Computing generalized inverses

Corollary If A is an $m \times n$ matrix of rank $r > 0$ then $m \times r$ and $n \times r$ matrices P_1 and Q_1 exist, such that $P_1'P_1 = Q_1'Q_1 = I$ and $A = P_1\Delta Q_1'$, where Δ is an $r \times r$ diagonal matrix with positive diagonal element.

Appendix 2 Code in statistical package R(2.11.1) for simulated data

```
n < -10,000
rank11 < -rnorm(n, 50, 3)
rank12 < -rnorm(n, 70, 10)
rank21 < -rnorm(n, 40, 5)
rank22 < -rnorm(n, 90, 20)
real1 < -rnorm(n, 60, 10)
real2 < -rnorm(n, 40, 10)
or.rank11 < -rank11
or.rank12 < -sort(rank12)
or.rank21 < -rank21
or.rank22 < -sort(rank22)
or.real1 < -sort(real1)
or.real2 < -sort(real2)
or.comb < -cbind(or.real1, or.real2, or.rank11, or.rank12, or.rank21, or.rank22)
T2.data < -or.comb
save(T2.data, file = "T2.Rdata")
```

Appendix 3 Code in statistical package R(2.11.1) for multivariate control chart based on RSSMC

```
rm(list = ls())
s < -load("T2.Rdata")
x1 < -T2.data[, 1]
x2 < -T2.data[, 2]
x11 < -T2.data[, 3]
x12 < -T2.data[, 4]
x21 < -T2.data[, 5]
x22 < -T2.data[, 6]
r < -1000
n < -6
m < -10000
e < -100
sigma1 < -(m - 1) * sd(x1)/m
sigma2 < -(m - 1) * sd(x2)/m
z1 < -matrix(0, r, n)
z2 < -matrix(0, r, n)
zbar1 < -matrix(0, r)
s1 < -matrix(0, r)
s2 < -matrix(0, r)
s12 < -matrix(0, r)
```



```

T2 < -matrix(0,r)
v11 < -matrix(0,n,1)
v12 < -matrix(0,n,1)
vc1 < -matrix(0,n,1)
v21 < -matrix(0,n,1)
v22 < -matrix(0,n,1)
vc2 < -matrix(0,n,1)
arlrss < -matrix(0,e)
arlrss1 < -matrix(0,e)
arlrss2 < -matrix(0,e)
arlrss3 < -matrix(0,e)
arlrss4 < -matrix(0,e)
arlrss5 < -matrix(0,e)
arlrss6 < -matrix(0,e)
shift11 < -0.5 * sigma1/sqrt(n)
shift12 < -1 * sigma1/sqrt(n)
shift13 < -1.5 * sigma1/sqrt(n)
shift14 < -2 * sigma1/sqrt(n)
shift15 < -2.5 * sigma1/sqrt(n)
shift16 < -3 * sigma1/sqrt(n)
shift21 < -0.5 * sigma2/sqrt(n)
shift22 < -1 * sigma2/sqrt(n)
shift23 < -1.5 * sigma2/sqrt(n)
shift24 < -2 * sigma2/sqrt(n)
shift25 < -2.5 * sigma2/sqrt(n)
shift26 < -3 * sigma2/sqrt(n)
shift1 < -matrix(c(shift11, shift21), ncol = 1)
shift2 < -matrix(c(shift12, shift22), ncol = 1)
shift3 < -matrix(c(shift13, shift23), ncol = 1)
shift4 < -matrix(c(shift14, shift24), ncol = 1)
shift5 < -matrix(c(shift15, shift25), ncol = 1)
shift6 < -matrix(c(shift16, shift26), ncol = 1)
for(k in 1:e){
  for(j in 1:r){
    for(q in 1:n){
      h1 < -sample(1:m,n)
      h2 < -sample(1:m,n)
      xx11 < -matrix(0,n,1)
      xx12 < -matrix(0,n,1)
      xx22 < -matrix(0,n,1)
      xx22 < -matrix(0,n,1)
      xx11 < -x11[h1]
      xx12 < -x12[h1]
      xx21 < -x21[h2]
      xx22 < -x22[h2]
      xb11 < -mean(xx11)
      xb12 < -mean(xx12)
      xb21 < -mean(xx21)

```

```

xb22 < -mean(xx22)
for(i in 1:n){
v11[i] < -(xx11[i] - xb11)^2
v12[i] < -(xx12[i] - xb12)^2
v21[i] < -(xx21[i] - xb21)^2
v22[i] < -(xx22[i] - xb22)^2
vc1[i] < -v11[i] + v12[i]
vc2[i] < -v21[i] + v22[i]
}
for(i in 1:n){
if(min(vc1) == vc1[i]){vcb1 < -h1[i]}
if(min(vc2) == vc2[i]){vcb2 < -h2[i]}
}
z1[j, q] < -x1[vcb1]
z2[j, q] < -x2[vcb2]
}
zbar1[j] < -mean(z1[j,])
zbar2[j] < -mean(z2[j,])
s1[j] < -var(z1[j,])
s2[j] < -var(z2[j,])
s12[j] < -cov(z1[j,], z2[j,])
}
zbarbar1 < -mean(zbar1)
zbarbar2 < -mean(zbar2)
ssq1 < -mean(s1)
ssq2 < -mean(s2)
ss12 < -mean(s12)
sigmarss < -symMatrix(c(ssq1, ss12, ssq2), 2)
siginv < -ginv(sigmarss)
zbar < -cbind(zbar1, zbar2)
zbarbar < -cbind(matrix(zbarbar1, r), matrix(zbarbar2, r))
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,] - zbarbar[i,])%*%siginv%*%(zbar[i,] - zbarbar[i,])
}
ucl < -qchisq(0.0027, 2, lower.tail = FALSE)
c < -0
for(i in 1:r){
if(T2[i] > ucl){c < -1}
if(c == 1)break
if(c == 0){arlrss[k] < -arlrss[k] + 1}
}
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,] - zbarbar[i,] + shift1)%*%siginv%*%(zbar[i,] - zbarbar[i,] +
shift1)
}
c < -0
for(i in 1:r){
if(T2[i] > ucl){c < -1}

```

```

if(c == 1)break
if(c == 0){arlrss1[k] < -arlrss1[k] + 1}
}
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,]-zbarbar[i,]+shift2)%*%siginv%*%(zbar[i,]-zbarbar[i,]+
shift2)
}
c < -0
for(i in 1:r){
if(T2[i] > ucl){c < -1}
if(c == 1)break
if(c == 0){arlrss2[k] < -arlrss2[k] + 1}
}
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,]-zbarbar[i,]+shift3)%*%siginv%*%(zbar[i,]-zbarbar[i,]+
shift3)
}
c < -0
for(i in 1:r){
if(T2[i] > ucl){c < -1}
if(c == 1)break
if(c == 0){arlrss3[k] < -arlrss3[k] + 1}
}
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,]-zbarbar[i,]+shift4)%*%siginv%*%(zbar[i,]-zbarbar[i,]+
shift4)
}
c < -0
for(i in 1:r){
if(T2[i] > ucl){c < -1}
if(c == 1)break
if(c == 0){arlrss4[k] < -arlrss4[k] + 1}
}
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,]-zbarbar[i,]+shift5)%*%siginv%*%(zbar[i,]-zbarbar[i,]+
shift5)
}
c < -0
for(i in 1:r){
if(T2[i] > ucl){c < -1}
if(c == 1)break
if(c == 0){arlrss5[k] < -arlrss5[k] + 1}
}
for(i in 1:r){
T2[i] < -n*t(zbar[i,]-zbarbar[i,]+shift6)%*%siginv%*%(zbar[i,]-zbarbar[i,]+
shift6)
}
c < -0

```

```
for(i in 1:r){  
  if(T2[i] > ucl){c < -1}  
  if(c == 1)break  
  if(c == 0){arlrss6[k] < -arlrss6[k] + 1}  
  }  
}  
mean(arlrss)  
mean(arlrss1)  
mean(arlrss2)  
mean(arlrss3)  
mean(arlrss4)  
mean(arlrss5)  
mean(arlrss6)
```

BIOGRAPHY

NAME	Mr. Peerawut Sontisamran
DATE OF BIRTH	29 October 1985
EDUCATION RECORD	
High School	Rittiyawannalai School, 2004
Bachelor's Degree	Bachelor of Science (Applied statistics) King Monkut's University of Technology Thonburi, 2008
Master's Degree	Master of Science (Applied Mathematics) King Monkut's University of Technology Thonburi, 2010
PUBLICATION	Pongpullponsak, A., Sontisamran, P., 2010, "Statistical quality control based on ranked set sampling for multiple characteristics" International Conference for a Sustainable Greater Mekong Subregion , 26-27 August 2010, Bangkok, Thailand.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์

วันที่ 15 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า นาย พีระวุฒิ สนิธสำราญ รหัสประจำตัว 52401402

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา (✓) โท () เอก

หลักสูตร วท.ม./ปร.ค. สาขาวิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ อยู่บ้านเลขที่ 517/7 ตรอก/ซอย แอนเน็กซ์ 9

ถนน พหลโยธิน ตำบล/แขวง สายไหม อำเภอ/เขต สายไหม จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10220

ขอโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ผศ.ดร.วรุณ เกิดสินธุ์ชัย ตำแหน่ง
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง แผนภูมิควบคุมหลายตัวแปรบนพื้นฐานการสุ่มตัวอย่างแบบเซตลำดับหลาย
คุณลักษณะ

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ รศ. อติศักดิ์ พงษ์กุลผลศักดิ์

ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์
พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่า
วิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุก ๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำ หรือดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อ
สาธารณชน หรือกระทำการอื่นใด ตามมาตรา 27, มาตรา 28, มาตรา 29 และมาตรา 30 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์
พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



ลงชื่อ..... ผู้โอนลิขสิทธิ์

(พีระวุฒิ สนิธสำราญ)

ลงชื่อ..... ผู้รับโอนลิขสิทธิ์

(ผศ.ดร.วรุณ เกิดสินธุ์ชัย)

ลงชื่อ..... พยาน

(ผ.อ.ฉวีวรรณ พงษ์กุลผลศักดิ์)

ลงชื่อ..... พยาน

(ดร.อุทัย พงษ์กุลผลศักดิ์)

