

샘플링오차에 의한 품질통계 모형의 해석

최성운*

*경원대학교 산업공학과

Interpretation of Quality Statistics Using Sampling Error

Sung Woon Choi*

*Department of Industrial Engineering, Kyungwon University

Abstract

The research interprets the principles of sampling error design for quality statistics models such as hypothesis test, interval estimation, control charts and acceptance sampling. Introducing the proper discussions of the design of significance level according to the use of hypothesis test, then it presents two methods to interpret significance by Neyman-Pearson and Fisher. Second point of the study proposes the design of confidence level for interval estimation by Bayesian confidence set, frequentist confidential set and fiducial interval. Third, the content also indicates the design of type I error and type II error considering both productivity and customer claim for control chart. Finally, the study reflects the design of producer's risk with operating characteristics curve, screening and switch rules for the purpose of purchasing and subcontraction.

Keywords : Sampling Error, Test, Significance, Neyman-Pearson, Fisher, Confidence Level, Bayesian, Frequentist, Fiducial, Control Chart, Productivity, Claim, Acceptance Sampling, Purpose of Purchasing.

1. 서론

식스시그마 경영혁신 운동이나 품질개선 활동에서 통계적 기법 및 도구의 사용이 증대되고 있다. 품질통계는 가능한 한 작은 샘플(Sample)로 큰 모집단(Population)의 변화를 경제적이고 효율적으로 파악할 수 있으며 객관적 데이터에 의한 통계적 기법의 공통된 언어를 사용하여 다양한 배경의 개선팀 구성원들이 원활한 의사소통의 방법으로 활용할 수 있다. 이와 같이 품질통계는 효율적인 개선의 의사소통 도구로 사용할 수 있는 반면에 모집단(로트, 공정)에서 샘플을 채취하는 경우 경제성을 추구하기 위해 모집단의 크기에 비해 샘플을 너무 작게 하거나 모집단의 대표성이 없는 편향(Biased)된 샘플을 취할 경우 비록 복잡하고 어려운 통계적 기법과 도구를 사용했다 하더라도 샘플로 모집단의 변화를 판정하는 경우 심각한 실수를 일으키게 된다.

따라서 품질통계에서는 모집단에서 샘플을 채취하는 경우 샘플에 대한 모집단의 대표성을 확보하기 위해 편의가 없이 무작위로 골고루 뽑으라는 의미의 랜덤샘플링(Random Sampling)의 방법을 사용한다. 그러나 모집단을 전부 조사하는 인구센서스 조사나 전수검사와는 다르게 실제 모집단의 일부를 샘플링할 경우 랜덤 샘플링의 개념을 적용해도 샘플링 오류에 의한 모집단의 잘못된 판정을 피할 수 없다. 이 오류를 샘플링 오차(Sampling Error)라고 하며 모집단을 상반되게 잘못 판정하는 오차를 제 1종 오차(Type I Error), α , 또는 제 2종 오차(Type II Error), β 라고 한다. α 와 β 를 동시에 줄이려면 샘플의 크기를 증가시켜야 하며 전수검사일 경우 두 샘플링 오차는 제로가 된다. 품질통계에서는 샘플링오차 α , β 를 관리하는 원리에 따라 통계적 기법 및 도구를 활용하고 있다.

† 교신저자: 최성운, 경기도 성남시 수정구 북정동 산65 경원대학교 산업공학과

M · P: 011-256-0697, E-mail: swchoi@kyungwon.ac.kr

2008년 1월 접수; 2008년 2월 수정본 접수; 2008년 2월 게재확정

그러나 대부분의 주요 품질통계 관련 교재[5, 6, 8, 9]에서는 샘플링 오차를 통계적 원리에 따른 기법을 주로 소개하고 있어 실무자들이 용도에 따른 품질통계 모형의 선택에 있어 어려움을 겪고 있다.

따라서 본 연구에서는 품질 통계의 통계적 기법 및 도구의 용도에 따른 샘플링 오차의 설계방법과 원리의 새로운 해석에 따른 활용방안을 제시하고자 한다.

첫째, 시제품 테스트, 단기간의 개선활동에 사용되는 검정(Test)의 용도에 따른 유의수준(Significance Level) 및 검출력(Power of Detectability) 설계 원리 및 방법에 대하여 논의하고 유의확률(Significance Probability) P-Value와의 차이에 따른 활용방안을 제시한다.

둘째, 개선 후 새로운 변화의 크기를 알아보는 데 사용되는 추정(Estimation)의 용도에 따른 신뢰수준(Confidence Level)에 의한 구간추정(Interval Estimation) 방법을 조건부 추정(Conditional Inference)에 의한 Bayesian 신뢰구간, 사전데이터 추정(Pre-Data Inference)에 의한 상대도수 신뢰구간(Confidence Limit), 사후 데이터 추정(Post-Data Inference)에 의한 신뢰구간(Confidence or Fiducial Level) 등으로 유형화하고 활용방안을 제시한다.

셋째, 장기간의 공정개선 활동에 사용되는 관리도의 용도에 따른 제 1종 오차와 고객클레임을 고려한 검출력의 설계 원리 및 방법에 따른 활용방안을 제시한다.

넷째, 구매품질의 확인에 사용되는 샘플링검사의 용도 즉 OC(Operating Characteristics)곡선형, 선별형, 조정형에 따른 생산자위험과 소비자위험의 제약조건을 설정하는 원리 및 방법에 따른 활용방안을 제안한다.

2. 검정과 유의수준

2.1 검정의 용도

검정(Test)은 단기적인 개선활동의 효과, 시제품(Prototype)의 양산검토, 제품시험분석값의 이론값 또는 설계 목표값과의 비교 등을 수행하는 품질통계 도구이다.

검정은 가설(Hypothesis)을 세워 개선활동의 효과를 파악하려는 경우 개선후의 모집단(Population)에 대한 모수(Parameter)가 개선전의 모수와 같다면 개선효과가 없는 즉 제로의 가설을 귀무가설(Null or Zero Hypothesis) 즉 H_0 라 하고 이에 대한 대립가설(Alternative or Research Hypothesis)를 H_1 이라 한다. 대립가설은 개선후의 모수가 개선전의 모수보다 증가하였는가를 판정하는 우측검정, 감소하였는가를 판정하는 좌측검정, 차이가 있는가 즉 증가 또는 감소인가를 판정하는 양측 검정으로 개선효과를 파악할 수 있다.

우측검정의 예는 계량치의 모평균 검정인 경우 특성치가 클수록 좋은 경우 즉 망대특성(Large-Is-Better)은 하한규격을 갖는 개선활동의 경우 적용되며 양측검정은 계량치의 모평균 검정인 경우 특성치가 공칭치(Normal Value)을 목표로 하는 양쪽 규격 즉 공칭치±허용차(2배의 허용차는 공차)의 망목특성(Nominal-Is-Better)의 개선활동에 활용된다. 좌측검정은 품질통계에서 가장 많이 사용되는 검정으로 계량치의 모평균 검정인 경우 특성치가 작을수록 좋은 경우 즉 망소특성(Smaller-Is-Better), 상한규격을 갖는 경우의 개선활동과 계량치의 모분산 검정, 계수치의 모부적합품률, 모부적합 등의 개선활동에 적용된다.

2.2 유의수준

품질통계에서 α 는 제 1종 샘플링오차(Type I Sampling Error), β 는 제 2종 샘플링오차(Type II Sampling Error), $1-\alpha$ 는 신뢰수준(Confidence Level), $1-\beta$ 는 검출력(Power of Detectability)이라 한다. 품질통계 설계시 α 와 β 는 샘플링 오차로 작을수록 좋으며 $1-\alpha$ 와 $1-\beta$ 는 클수록 좋다.

그러나 품질통계에서는 효율성 관점에서 샘플의 크기를 α , β 를 동시에 줄이기 위해 무한정 증가시킬 수 없어 α 와 β 중 용도에 따른 심각도를 파악하여 우선적으로 지정, 관리하는 방법을 택한다.

검정에서 α , β , $1-\alpha$, $1-\beta$ 는 가설설정, 개선활동의 효과파악, 시제품의 양산검토의 관점인 경우 다음과 같이 해석할 수 있다.

- α :
- i) 가설설정 관점 : 사실 모집단이 H_0 진실(Truth)인데도 불구하고 샘플링을 잘못해서 샘플이 H_0 기각(Reject)이라고 잘못 판정하는 과오
 - ii) 개선활동의 효과파악 관점 : 사실 개선효과가 없는데도 불구하고 개선효과가 있다고 잘못 판정하는 경우
 - iii) 시제품 양산검토관점 : 사실 시제품 테스트 결과가 설계 목표치와 같은데도 불구하고 다르다고 잘못 판정하는 경우
- β :
- i) 가설설정 관점 : 사실 모집단이 H_0 거짓(False)인데도 불구하고 샘플링을 잘못해서 샘플이 H_0 채택(Accept)이라고 잘못 판정하는 과오
 - ii) 개선활동의 효과파악 관점 : 사실 개선효과가 있는데도 불구하고 개선효과가 없다고 잘못 판정하는 경우
 - iii) 시제품 양산검토 관점 : 사실 시제품 테스트 결과가 설계 목표치와 다른 데도 불구하고 같다고 잘못 판정하는 경우

- 1- α : i) 가설설정 관점 : 사실 모집단 H_0 진실(Truth) 일 경우 샘플링을 잘해서 샘플이 H_0 채택 (Accept)이라고 옳게 판정하는 신뢰수준
 ii) 개선활동의 효과파악 관점 : 사실 개선효과가 없는 경우 개선효과가 없다고 옳게 판정하는 신뢰수준
 iii) 시제품 양산검토 관점 : 사실 시제품 테스트 결과가 설계 목표치와 같을 경우 같다고 옳게 판정하는 신뢰수준
- 1- β : i) 가설설정 관점 : 사실 모집단이 H_0 거짓 (False)일 경우 샘플링을 잘해서 샘플이 H_0 기각 (Reject)이라고 옳게 판정하는 검출력
 ii) 개선활동의 효과파악 관점 : 사실 개선효과가 있는 경우 개선효과가 있다고 옳게 판정하는 검출력
 iii) 시제품 양산검토 관점 : 사실 시제품 테스트 결과가 설계 목표치와 다를 경우 다르다고 옳게 판정하는 검출력

검정에서 샘플링 오차를 설계하는 방법으로는 α 와 β 또는 1- β 를 동시에 고려하는 최량기각영역(Best Critical Region)을 사용하는 단측검정용의 일양 최강력 검정(Uniformly Most Powerful Test)과 양쪽검정용의 우도비검정(Likelihood Ratio Test)을 활용할 수 있다.

그러나 품질통계에서는 검정에 대한 사용자의 효율성을 기하기 위해 α , β 중 하나를 지정하고 관리하는 방법으로 샘플링 오차를 설계한다. 검정에서는 제1종 오차 α 를 유의수준(Significance Level)이라고 지정하고 5% 또는 1%로 관리하고 있다. 검정에서 α 를 관리하는 것은 β 를 최소화하려는 방안으로 통상 $\alpha=5\%$ 또는 1%로 관리도의 $\alpha=0.27\%$ 보다 크게 지정되어 사용된다. 검정에서 β 를 암묵적으로 최소화하고 α 를 명시적으로 $\alpha=5\%$, 1%로 크게 잡는 이유는 β 의 리스크가 α 의 리스크보다 파급효과가 크기 때문이다. 예를 들어 개선활동의 효과를 파악하는 경우 α 는 개선추진팀의 헛된 노력과 시간의 결과로 나타나나 β 는 개선기회를 놓쳐 회사의 보이지 않는 엄청난 기회손실로 나타난다.

또한 시제품 양산검토인 경우 α 는 시제품테스트에 투입된 헛된 시간과 비용이라면 β 는 양산검토가 잘못되어 대량생산된 제품의 큰 손실로 나타난다. 식스시그마 경영혁신 운동이나 품질개선 활동에서는 유의수준 α 를 통상 5%로 지정하여 사용할 것을 권장하며 $\alpha=1\%$ 의 검정결과가 더욱 의미가 있다는 즉 고도로 유의적이라는 표현을 한다. $\alpha=5\%$, 1%에서 유의적이라는 의미는 100번을 검정했을 경우 5번 또는 1번은 샘플링 오차 때문에 실수하고 95번 또는 99번 개선효과가 있

다고 옳게 판정할 수 있다는 의미이다. $\alpha=1\%$ 일 경우는 $\alpha=5\%$ 일 때보다 β 가 크게 되어 개선기회상실로 인한 손실비용이 크게 된다.

의학통계(Medical Statistics)[1]에서는 질병이 Abnormal 인 것을 Positive(+), Normal 인 것을 Negative(-)라 하고 실제 진단결과에 따라 True Positive(TP)인 1- β , False Positive(FP)인 α , False Negative(FN)인 β , True Negative(TN) 1- α 로 구분한다.

$$\text{민감도(Sensitivity)} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\text{특이도(Specificity)} = \frac{TN}{FP + TN}$$

$$\text{효율성(Efficiency)} = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN}$$

$$\text{양성예측도(Positive Predictive Value)} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{음성예측도(Negative Predictive Value)} = \frac{TN}{FN + TN} \text{이다.}$$

2.3 P-Value

가설검정의 순서는 1단계 : 가설설정, 2단계 : 검정통계량 계산, 3단계 : 유의수준 α 의 기각치에 따른 판정 등의 3단계를 갖는다.

Neyman-Pearson은 가설검정(Hypothesis Testing)방법[4]으로 유의수준 α 를 미리 지정하고 검정의 2단계에서의 검정통계량 값이 3단계에서 α 의 기각치를 표에서 찾아 우측검정일 경우는 크게 나올 경우 H_0 기각 즉 유의적인 판정을 하게 된다. 단계 3의 기각치를 표에서 찾는 이유는 적분값을 사람이 손으로 구할 수가 없기 때문이다. 그러나 MINITAB[2], SPSS, SAS 등의 품질통계 패키지에서는 예를 들어 우측검정의 경우 검정의 2단계에서 검정 통계량 값이 갖는 우측면적을 P-Value[7]로 계산하는데 이를 유의확률(Significance Probability)이라 한다. 컴퓨터는 표를 찾는 것보다 적분을 수행하는 것이 효율적이기 때문에 사람과 다르게 P-Value를 사용한다. 우측검정의 2단계에서 H_0 가 진실인 경우 검정통계량 값이 우연적으로 극단적인 값으로 나오는 확률 즉 우측면적 값 P-Value가 작을수록 귀무가설에 반대되는 강한 증거 즉 유의적인 판정을 하게 된다. Neyman-Pearson은 지정된 샘플링 오차의 유의수준 α 보다 2단계에서 계산된 유의확률 P-Value가 작을 경우 유의적인 판정을 하는 귀납적 행위(Inductive Behavior)의 샘플링 오차 중심의 의사결정 방식이다. 그러나 이 방법은 의사결정의 판단기준이 되는 유의수준 α 설정에 대한 합리성을 제시할 수 없다는 단점이 있다.

Fisher 는 유의성검정(Test of Significance)방법[4]으로 2단계의 검정통계량 값이 계산한 유의확률 P-Value로 증거(Evidence)에 의한 귀납적인 추론(Inductive Inference)으로 유의성을 판정한다. P-Value는 귀무가설이 진실일 경우 귀무가설에 반대되는 증거의 강도(Strength of Evidence Against the Null Hypothesis)로 P-Value가 작을수록 유의적인 판정을 하게 된다.

Neyman-Pearson 방법과 달리 Fisher 방법은 P-Value를 검정의 대상이 되는 문제의 상황에 따라 전문가의 판단하에 유의성을 결정한다.

예를 들어 품질통계에서 오랜 개선활동의 실적과 경험으로 인해 P-Value값이 유의수준 $\alpha=5\%$ 보다 작게 나와 유의적이라 하더라도 P-Value가 전문가 판단에 의한 기준으로 극도로 작게 나와야 개선의 효과를 인정받을 수 있는 경우가 있다. 또한 개선효과로 인한 금액에 비해 과도한 투자비와 일정이 소요되는 경우 역시 P-Value가 극도로 작은 값에서 전문적인 검정의 판정을 해야 한다.

3. 추정과 신뢰수준

3.1 추정의 용도

검정에서 유의적으로 나올 경우 즉 개선활동의 효과가 파악된 경우 새로운 개선활동의 변화의 크기를 알아보는 활동이 추정(Estimation)이다. 점추정 성질로는 불편성, 일치성, 충분성, 최소분산, 최소평균 자승오차 등이 있고 최소자승법, 최우추정법의 추정방법이 있으나 본 연구에서는 구간추정(Interval Estimation)의 설계원리 및 방법에 관하여 논의한다.

3.2 신뢰수준

신뢰수준 $1-\alpha$ 에 의한 구간추정방법은 Bayesian 신뢰 집합과 상대도수 신뢰집합 및 신뢰구간(Fiducial or Confidence Interval) 등 세 가지 방법이 있다.[10]

Bayesian 신뢰 집합(Confidence Set)은 조건부 확률의 개념인 사전(Prior)분포를 확률변수(random variable)인 모수를 사후(Posterior)분포와 공액(Conjugate)개념으로 연계하여 추정하는 방식이다. 상대도수(Frequentist) 신뢰집합은 상수인 모수를 사전 데이터 추정(Pre-Data Inference)으로 구하는 방식으로 2.3절의 Neyman-Pearson의 가설검정과 같이 양쪽검정의 유의수준 α 에서 H_0 가설을 기각하지 않고 채택하는 모수의 $1-\alpha$ 집합을 말한다. 이는 고정된 샘플로 오차 α 에 대한 신뢰수준 $1-\alpha$ 의 장

기적인 추정의 귀납적인 행위이다. 신뢰구간 (Fiducial or Confidence Interval)은 상수인 모수를 사후 데이터 추정(Post-Data Inference)으로 구하는 방식으로 2.3절의 Fisher 유의성 검정과 같이 실제값(Real Value)으로 모수의 증거(Evidence)를 찾아가는 단기적 귀납적 추정이다.

품질통계에서는 사후 데이터 추정방식인 신뢰구간 방법을 사용하며 통상 신뢰수준 $1-\alpha$ 를 95%, 99%로 사용한다. 만약 샘플링 오차 β 의 리스크가 무시되는 경우 엄격한 검정을 위해서는 $\alpha=1\%$ 의 유의수준을 지정하고 확실한 모수의 점추정값을 알고자 할 경우 $1-\alpha=95\%$ 의 신뢰수준을 지정, 관리 한다.

4. 관리도와 제1종 오차

4.1 관리도의 용도

관리도는 품질통계에서 공정(Process)의 장기간의 돌발적이고 구조적인 개선을 추구하는 활동이다. 공정혁신 활동은 $y=f(x)$ 에서 x 의 원인계의 제어 변수(Control Variable)로 결과계의 데이터와 목표값(Target Value) 또는 스펙(Specification)과의 차이를 조정(Adjustment)하는 EPC(Engineering Process Control)활동과 y 결과계인 데이터를 모니터링(Monitoring)하는 SPM(Statistical Process Monitoring)활동으로 구분된다. 관리도는 SPM 활동에서 모니터링을 통한 개선과 사후관리에 활용되며 Shewhart 관리도를 기본으로 시계열 관리도, 다변량 관리도 등이 있다.

4.2 제1종 오차

관리도에서 α , β , $1-\alpha$, $1-\beta$ 는 공정의 장기적인 개선효과파악 관점인 경우 다음과 같이 해석할 수 있다.

α : 사실 공정이 정상(In-Control : 안정, 관리, 우연원인)인데도 불구하고 샘플링을 잘못해서 샘플의 관리도가 공정이 이상(Out-of-Control : 이상 원인)이라고 잘못 판정하는 과오

β : 사실 공정이 이상(Out-of-Control)인데도 불구하고 샘플링을 잘못해서 샘플의 관리도가 공정이 정상(In-Control)이라고 잘못 판정하는 과오

$1-\alpha$: 사실 공정이 정상(In-Control)인 경우 샘플링을 잘해서 샘플의 관리도가 공정을 정상(In-Control)이라고 옳게 판정하는 신뢰수준

$1-\beta$: 사실 공정이 이상(Out-of-Control)인 경우 샘플링을 잘해서 샘플의 관리도가 공정을 이상(Out-of-Control)이라고 옳게 판정하는 검출력

Shewhart 관리도는 3σ 원칙을 기준으로 제1종 오차 α 를 0.27%로 작게 지정하여 설계되어 있다. 이는 관리도가 장기적인 공정개선을 위해서는 많은 샘플 데이터가 필요하고 지속적인 개선 노력이 필요하므로 샘플링 오차에 의한 불필요한 생산자의 헛된 노력을 최소화하는 관점에서 고안되었다.

관리도는 자동차, 가전, 컴퓨터, 반도체 등 대량생산 시스템에 적용되며 α 를 작게할 경우 불필요한 개선낭비를 없애 생산성이 향상될 수 있으나 β 가 크게 되어 소비자 클레임(Claim)이나 리콜(Recall)비용이 클 경우 회사의 총 손실금액이나 브랜드(Brand) 관점에서 치명적인 영향을 받을 수 있다. 반면에 β 를 작게 하기 위해 α 를 크게 할 경우 예를 들어 TPS(Toyota Production System)에서 불량률이 나올 시 라인을 정지시키는 Jidoka 와 같이 관리도를 이탈하는 공정을 개선하는 경우 공정이 정상인 데도 불구하고 잦은 라인정지로 인해 생산성에 큰 지장을 줄 수 있다. 대량생산시스템에서 관리도는 제1종오차 α 와 검출력 $1-\beta$ 의 설계 방법에 따라 생산성과 고객클레임의 결과에 큰 영향을 주게 된다.

5. 샘플링 검사와 생산자 및 소비자 위험

5.1 샘플링 검사의 용도

샘플링 검사는 구매품질인 로트(Lot)의 품질을 계약하고 이를 효율적인 샘플로 확인하여 판정하는 활동이다. 샘플링 검사는 구매, 납품형태에 따라 OC곡선형, 선별형, 조정형 등으로 구분된다. 조정형은 다수의 경쟁공급업체를 둔 구입자측에서 감사항목의 중요도와 난이도를 고려하여 공정품질을 계약하고 엄격도 조정이라는 인센티브 정책하에 실시하는 검사 방식으로 자동차, 가전, 휴대폰등의 조립세트 메이커인 대기업이 중소기업의 벤더(Vendor)등과의 구매 협정을 맺을 경우 사용된다. 최근 퍼센트(%) 보증용에서 PPM(Parts Per Million) 보증용 샘플링 검사가 설계, 개발되고 있다. [3]

선별형은 다수의 경쟁공급업체를 둔 구입자 측에서 로트의 품질을 계약하고 이를 어길 시 전수선별(Screening)하는 방식으로 마이크로프로세스의 인텔과 같은 독과점 기업을 상대로 하는 납품을 받는 국내 대기업 휴대폰 조립업체의 경우 사용된다. OC곡선형은 조정형과 선별형을 혼합한 방법으로 공급자와 구입자 모두가 제시하는 계약 조건을 만족하는 방식으로 설계되어 있으나 실제 구매 활동에서는 힘의 논리가 명확해 타협하는 이 방식은 국내에서 별로 사용되고 있지 않는다. 그러나 샘플링 검사

를 라인간, 공정간에 적용할 경우 공급자는 전공정, 구입자는 차공정으로 간주하여 적용할 수 있다.

5.2 생산자 위험과 소비자 위험

샘플링검사에서 α , β , $1-\alpha$, $1-\beta$ 는 로트의 판정 관점인 경우 다음과 같이 해석할 수 있다.

- α : 사실 로트의 품질이 좋은(Good) 로트의 품질인 데도 불구하고 샘플링을 잘못해서 샘플이 좋은 로트를 불합격(Reject)이라고 잘못 판정하는 과오
- β : 사실 로트의 품질이 나쁜(Bad) 로트의 품질인 데도 불구하고 샘플링을 잘못해서 샘플이 나쁜 로트를 합격(Accept)이라고 잘못 판정하는 과오
- $1-\alpha$: 사실 로트의 품질이 좋은(Good) 로트의 품질인 경우 샘플링을 잘해서 샘플이 좋은 로트를 합격(Accept)이라고 옳게 판정하는 신뢰수준
- $1-\beta$: 사실 로트의 품질이 나쁜(Bad) 로트의 품질인 경우 샘플링을 잘해서 샘플이 나쁜 로트를 불합격 (Reject)이라고 옳게 판정하는 검출력

샘플링 검사에서는 제1종 오차 α 를 생산자 위험, 공급업체 위험이라고 하며 제2종 오차 β 를 소비자 위험, 구입업체 위험이라고 한다. 조정형에서는 좋은 로트의 품질 AQL(Acceptance Quality Limit, Acceptable Quality Level)이 가능한 한 많이 합격시키는 확률 $1-\alpha$ 가 만족하게끔 설계된 것이며 선별형은 나쁜 로트의 품질 LTPD(Lot Tolerance Percent Defective) 혹은 AOQL(Average Outgoing Quality Limit)이 가능한 한 적게 합격시키는 확률 β 가 만족되게 설계된 방식이다.

OC곡선형은 공급자는 (AQL, α), 구입자는 (LTPD, β)의 계약조건을 만족시키는 방식으로 설계된다.

6. 결 론

본 연구에서는 샘플링 오차 α , β 에 의한 검정, 추정, 관리도 및 샘플링 검사의 품질통계 모형의 용도에 따른 설계 원리와 방법을 다음과 같이 제시하였다.

첫째, 단기적인 개선활동의 효과, 시제품의 양산검토, 실험값의 검증 등을 수행하는 검정에서 유의수준에 의한 Neyman-Pearson 의사결정방법과 P-Value에 의한 Fisher 전문적 판단 방법의 설계원리와 방법을 제시하였다.

둘째, 검정 후 유의적인 개선효과가 있는 경우 새로운 변화의 크기를 알아보려는 신뢰수준 $1-\alpha$ 의 구간추정에서 모수가 조건부 확률변수인 Bayesian 신뢰구간, Neyman-Pearson의 유의수준 α 를 활용하는 사전 데이터 추정방식인 상대도수 신뢰구간, Fisher의 P-value같

이 실제 값을 활용하는 사후 데이터 추정방식인 신뢰구간의 세 가지 설계 원리 및 방법을 제안하였다.

셋째, 장기적인 공정의 개선을 추구하는 관리도의 경우 EPC와 SPM의 용도에 따른 제1종 오차 α 와 고객 클레임에 따른 β 의 설계원리와 방법을 제시하였다.

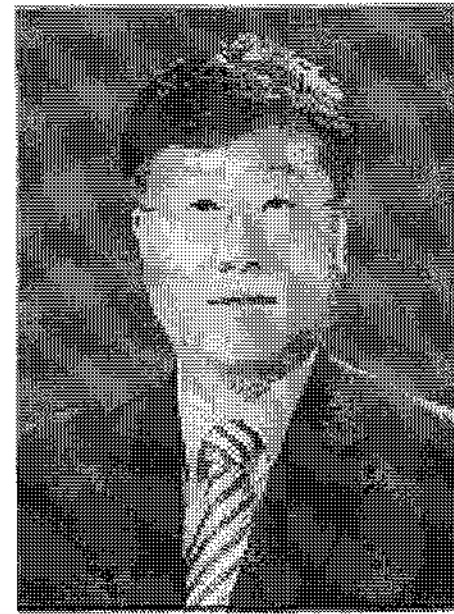
넷째, 로트의 품질로 구매 품질을 효율적으로 확인하는 샘플링 검사의 경우 공급자와 구입자의 계약조건에 따라 OC곡선형, 선별형, 조정형등의 용도를 고려하여 생산자 위험 α 와 소비자 위험 β 의 설계 원리와 방법을 제안하였다.

7. 참고 문헌

- [1] 박미라 외, EXCEL을 이용한 의학데이터의 통계분석, 자유아카데미, 2006.
- [2] 이승훈, Minitab을 활용한 공학통계 자료분석, 이레테크, 2006.
- [3] 최성운, "PPM 부적합품률 샘플링 검사 계획", 대한안전경영과학회지, 9(4)(2007) : 137-142.
- [4] 최종후 외, 학술논문과 통계적 기법, 자유아카데미, 1990.
- [5] Antony J., Design of Experiments for Engineers and Scientists, 1st Edition, Butterworth-Heinemann, 2003.
- [6] Grant E. and Leavenworth R., Statistical Quality Control, 7th Edition, McGraw-Hill, 1996.
- [7] Goodman S.N., "Toward Evidence-Based Medical Statistics : The P Value Fallacy", Annals of Internal Medicine, 130 (12)(1999) : 995 - 1004.
- [8] Montgomery D.C., Introduction to Statistical Quality Control, 6th Edition, Wiley, 2008.
- [9] Stephens K.S., The Handbook of Applied Acceptance Sampling, 1st Edition, ASQ, 2001.
- [10] Wang Y.H., "Fiducial Intervals : What Are They?", The American Statistician, 54 (2)(2000) : 105 - 111.

저자 소개

최성운



현 경원대학교 산업공학과 교수. 한양 대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 취득하고, 1994년 한국과학재단 지원으로 University of Minnesota에서 1년간 Post-Doc을 수행했으며, 2002년부터 1년 반동안 University of Washington에서 Visiting Professor

를 역임하였음. 주요 관심분야는 자동화 생산 및 장치 산업에서의 품질관리이며, 컴퓨터, 정보시스템의 신뢰성 설계 및 분석, 서비스 사이언스, RFID시스템에서도 관심을 가지고 있음.

주소: 경기도 성남시 수정구 복정동 산65번지 경원대학교 산업공학과 ☎(031)750-5366