

## 객체지향언어를 이용한 통계적 공정관리 소프트웨어의 구현\*

신봉섭

안양대학교 정보통계학과

### Implementation of Statistical Process Control Software developed by Object Oriented Tools

Bongsup Shin

Dept. of Statistics & Information, Anyang University

#### Abstract

In this paper, we present the implementation of statistical process control software by using XLISP-STAT which is a kind of object oriented language under Windows environment. This software can be used to generate the graphic objects for various control charts, histogram and plots using the full-down menu system. This software can also be used to calculate control limits, process capability indices and test procedures for normality.

#### 1. 서론

품질은 대부분의 제품에서 기본적인 소비자의 선택요인으로 인식되고 이러한 인식은 점차 확대되고 있다. 최근의 기업환경은 품질 경쟁력 확보가 무엇보다도 중요한 요소로 부각되고 있다. 따라서 제품에 영향을 미치는 여러 가지 변수들을 체계적으로 통제할 수 있는 시스템이 필요할 뿐만 아니라 이러한 공정관리의 전 과정을 컴퓨터를 이용하여 처리할 수 있는 도구(소프트웨어)에 대한 연구도 절실하게 요구되고 있다.

---

\* 이 논문은 1997년 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

국외의 경우에는 품질관리에 적용 가능한 다양한 프로그램들이 개발되어 있으나 국내의 경우에는 아직도 기업의 특성에 맞는 프로그램의 개발은 미흡한 수준이다. 그러나 국내의 대기업들은 통계적 공정관리의 중요성을 인식하고 이를 위하여 전문 인력도 확보하고 있으며, 과정의 전산화를 위하여 값이 비싼 외국의 상용화된 소프트웨어를 이용하고 있다. 그러나 중소기업들은 통계적 공정관리의 중요성이나 이를 위한 소프트웨어의 필요성을 인식하고는 있으나 이를 위하여 막대한 투자를 하기에는 역부족인 경우가 대부분이다. 따라서 국내 중소기업의 업무 특성에 잘 어울리며 비용도 저렴하고 전문가가 아니더라도 쉽게 운용할 수 있는 소프트웨어의 개발은 기업의 생산 활동에 큰 도움을 줄 것이다.

국외에서 개발되어 상용화된 소프트웨어인 SAS, SPSS, RS, MINITAB 등에는 통계적 공정관리를 위한 내용이 포함되어 있으며, 국내에서도 많이 이용되고 있다. 특히 이들 패키지에는 통계적 공정관리를 위한 모듈이 계속 개발되거나 추가되고 있는 상황이다. 조신섭과 신봉섭(1997)에서는 이들 통계패키지의 장·단점을 통계적 공정관리의 측면에서 비교연구 하였다. 이러한 범용 패키지 이외에도 일본에서 개발된 “QCAS (Quality Control Assisting System)”, 미국에서 개발된 “SPC-PC IV(<http://www.qa-inc.com/qa-inc>)”, 캐나다에서 개발된 “SPC/Pi+(<http://www.barint.on.ca/qps>)” 등이 있다. 특히, “SPC-PC IV”는 real time gage module을 비롯하여 SPC에 필요한 많은 기법들을 포함하고 있다. 또 “SPC/Pi+”는 실시간 처리를 지원하고 자체적으로 개발된 교육용 소프트웨어도 내장되어 있다. 국내의 최근 연구는 김만기와 김성태(1993), 정원과 정연구(1995), 김양호 외(1994), 한경수와 안정용(1996) 등을 들 수 있다. 김만기와 김성태(1993)는 품질정보를 공정관리에 사용할 수 있는 공장 자동화 소프트웨어를 설계하였으며 시스템 구현에 필요한 여러 가지 기술적 고려사항도 논의하였다. 김양호 외(1994)는 공정으로부터 얻은 관측치를 실시간으로 처리하여 공정을 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다. 한경수와 안정용(1996)은 대부분의 중소기업들이 보유하고 있는 MS-Excel을 이용한 것으로 생산 현장에서 얻어진 데이터에 대한 계량치 관리도와 공정능력지수 등을 실시간으로 출력하며, 데이터가 관리한계선을 벗어나거나 공정능력지수가 낮아지면 사운드를 이용하여 그 상황을 알려주도록 설계되었다. 따라서 관리자는 불필요한 과정을 거치지 않고, 그 상황만을 파악하여 공정상태를 제어할 수 있다.

본 연구에서는 중소기업의 현실을 감안하여 추가 비용이 전혀 들지 않는 통계적 공정관리용 소프트웨어를 구현하려고 한다. 구현될 소프트웨어는 일반적인 PC의 윈도우즈 환경을 기반으로 하며, 인터넷상에 공개되어 무료로 이용할 수 있는 객체지향통계언어 XLISP-STAT을 이용하였다. XLISP-STAT은 제작자인 Luke Tierney의 홈페이지 “<http://stat.umn.edu/~luke/xls/xlsinfo/xlsinfo.html>”, UCLA Xlisp-stat Archive인 “<http://www.stat.ucla.edu/develop/lisp/xlisp/xlisp-stat/>” 또는 “<http://www.unige.ch/ses/sococ/eda/explor/xlisp.html>” 등에 여러 플랫폼에서 사용할 수 있는 버전이 발표되어 있다. XLISP-STAT은 인터프리터 방식의 언어로서 객체지향프로그래밍이 가능하며 통계학이나 그래픽 등에 관련된 많은 함수와 proto-type들을 다수 포함하고 있

다. 따라서 이를 이용할 경우 소프트웨어를 실행하기 위한 기본적인 환경을 구축하는데 경제적 부담이 전혀 없다. 또한, 개발자는 필요한 함수나 proto-type들을 적절하게 사용하여 비교적 간단하게 해당 기업의 업무 특성에 맞고 사용자가 쉽게 운용할 수 있는 공정관리용 소프트웨어를 구현할 수 있다.

본 연구는 Xlisp-Stat이라는 공개용 도구로도 중소기업에서 일반적으로 사용되는 기능들을 중심으로 통계적 공정관리용 소프트웨어를 구현할 수 있음을 보여주는 하나의 사례이다. 또한, 여기서 구현된 소프트웨어를 바탕으로 각 기업의 업무특성에 맞추어 수정이나 보완이 가능하도록 실제 구현된 한 부분의 원시코드도 제시하였다. 따라서 이와 함께 Tierney(1990)나 허문열(1995) 등을 참고하면 비교적 간단하게 해당 기업의 업무 특성에 맞고 사용자가 쉽게 운용할 수 있는 공정관리용 소프트웨어를 구현할 수 있을 것이라 생각된다. Cook and Weisberg(1994)의 「R-Code」와 Young(1993)의 「ViSta」는 XLISP-STAT의 객체지향프로그래밍과 그래픽 기능을 잘 활용한 대표적인 소프트웨어이다.

제 2절에서는 구현된 소프트웨어의 메뉴 구성과 주요기능을 실제 자료에 적용한 예를 통해 소개하고 3절에서는 결론 및 향후과제에 대하여 논하였다. 또한, 2절에서 설명된 P-관리도를 위한 함수의 원시코드를 <부록>에 제시하여 각 기업의 업무특성에 맞게 보완이나 수정이 필요할 때 참고할 수 있도록 하였다.

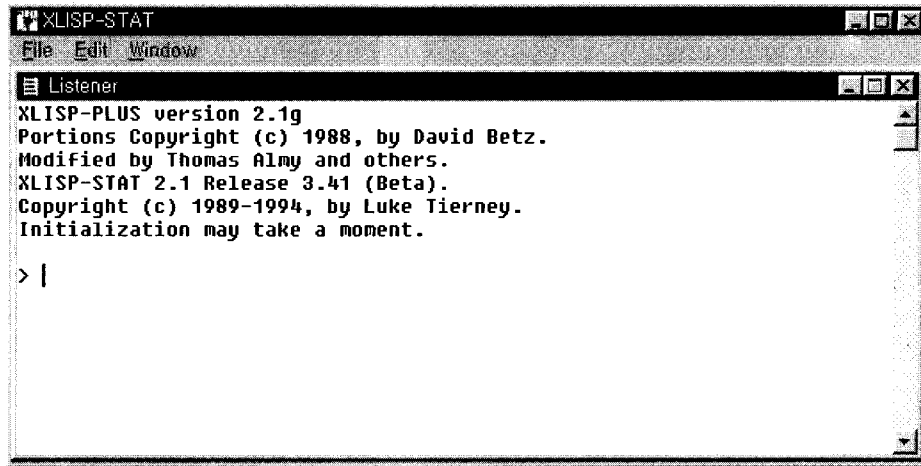
## 2. 구현된 소프트웨어

### 2.1 소프트웨어의 불러오기

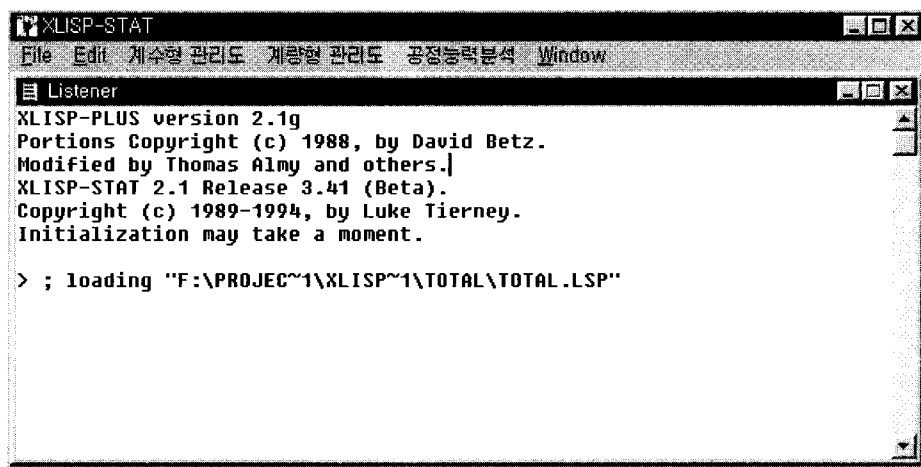
XLISP-STAT을 실행하면 <그림 2-1>과 같은 초기화면이 나타난다. 여기서 메뉴 표시줄의 [File-Load]를 선택하여 본 연구에서 구현한 파일 "TOTAL. LSP"을 불러오면 <그림 2-2>와 같이 메뉴표시줄에 기본메뉴 외에 "계수형 관리도", "계량형 관리도", "공정능력분석"이라는 메뉴아이템이 생성된다.

### 2.2 주요기능

본 소프트웨어에서는 계수형 관리도인 P-관리도, NP-관리도와 계량형 관리도인  $\bar{X}-R$ 관리도,  $\bar{X}-S$  관리도, C-관리도를 제공하며, 자료에 대한 히스토그램, Q-Q 플롯과 CDF 플롯, Kolmogolov-Smirnov 검정 등을 행할 수 있다. 또한, 이들은 모두 Full-Down 메뉴방식으로 선택할 수 있다. 메뉴표시줄에 나타난 각 메뉴아이템들은 하위 메뉴들을 포함하고 있는데 이를 정리하면 다음의 <그림 2-3>과 같다.



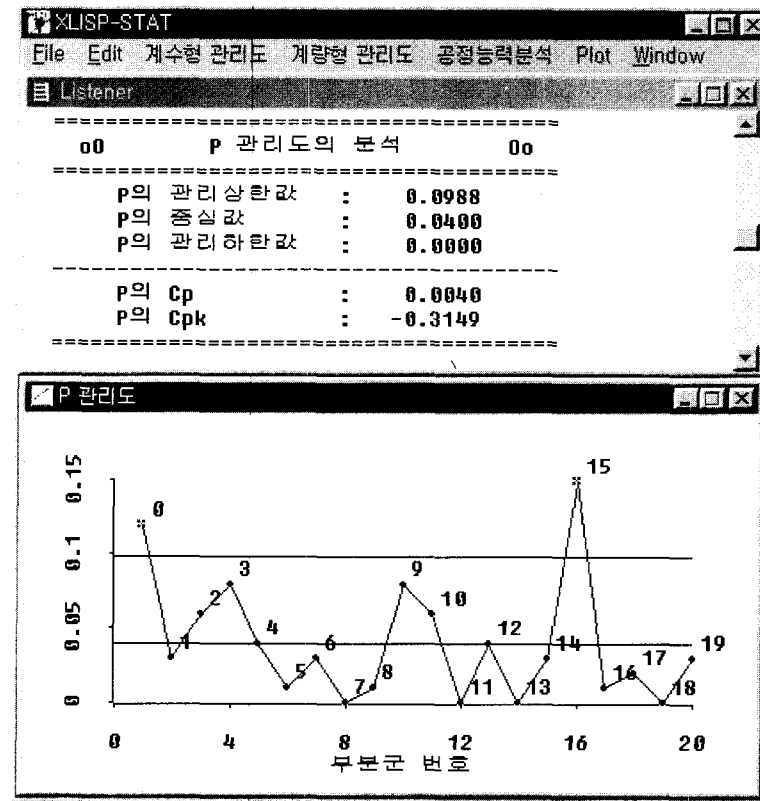
< 그림 2-1 > XLISP-STAT의 초기 화면



< 그림 2-2 > 새로 생성된 메뉴아이템



< 그림 2-3 > 각 메뉴아이템의 하위 메뉴들



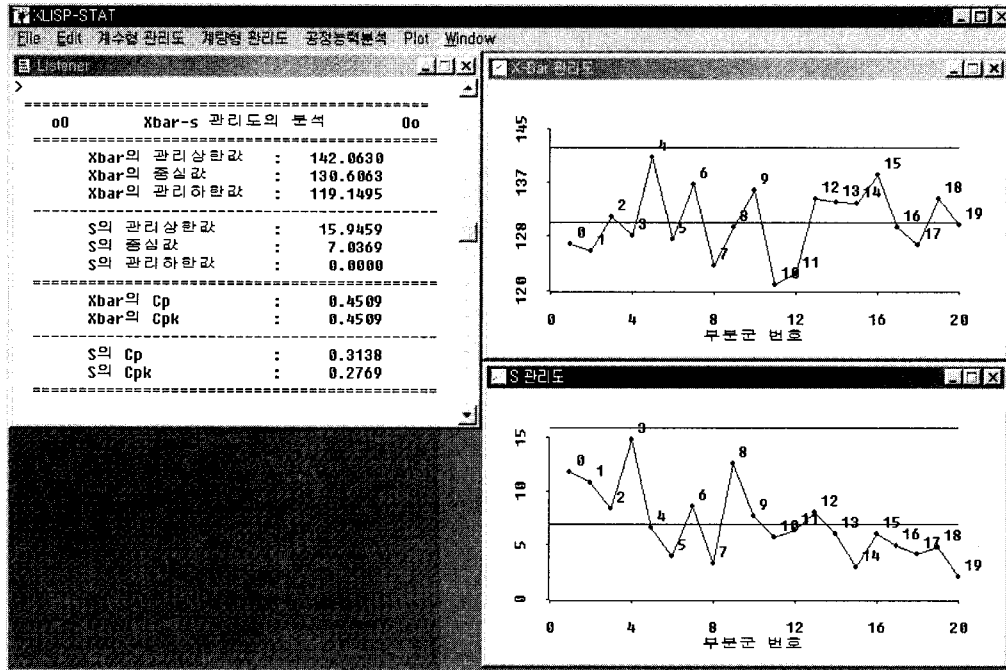
< 그림 2-4 > 출력된 P-관리도

<그림 2-4>는 계수형인 P-관리도를 출력한 화면으로 상단의 Listener창에는 관리한계선과 공정능력지수 등에 대한 정보가 수치로 표시되며, 관리도는 별도의 그래픽창에 출력된다. 특히 그려진 관리도 상의 한 자료를 마우스로 클릭하면 이 자료가 몇 번째 자료인지가 관리도 상에 출력된다. 만약 한 점이라도 관리한계선을 벗어나거나 점들이 비정상적인 형태를 보이면 공정이 관리상태를 이탈했을 가능성이 있다고 보고 그 원인을 추적해 이상 데이터를 다른 색과 다른 모양으로 표현함으로써 사용자에게 쉽게 이상데이터를 알려준다. <부록>에 <그림 2-4>를 출력하는데 사용된 함수의 원시코드를 수록하여 수정 및 보완에 참고가 되도록 하였다.

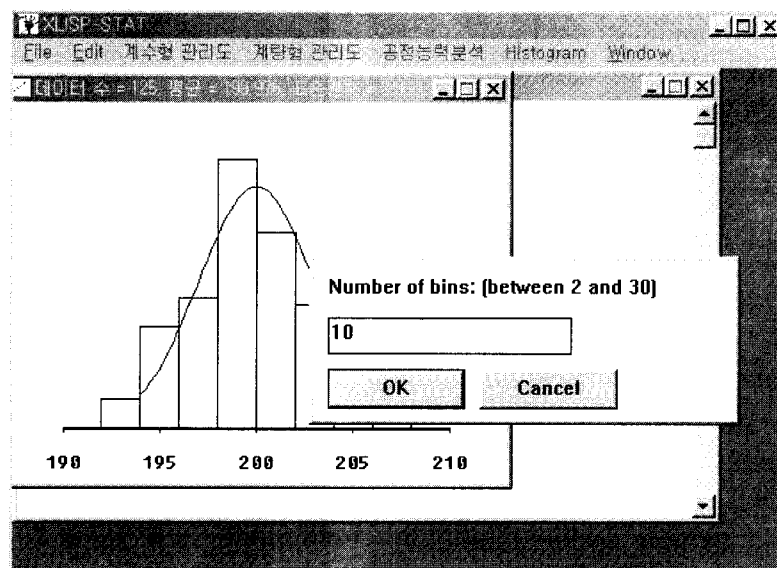
<그림 2-5>는 계량형인  $\bar{X}-S$  관리도를 출력한 화면으로 <그림 2-4>에서와 같이 상단 Listener창에는 관리한계선과 공정능력지수 등에 대한 정보가 수치로 표시되며, 관리도는 별도의 그래픽 창에 각각 출력된다.

<그림 2-6>은 히스토그램을 출력한 화면으로 해당 창의 제목표시줄(타이틀바)에는 데이터의 수, 평균, 표준편차가 나타나 있다. 히스토그램 위에 정규분포곡선을 중첩시켜 자료들이 정규분포를 따르는지를 개략적으로 살펴볼 수 있도록 하였다. 또한 히스토그램을 그리는데 사용할 막대의 개수를 조정할 수 있는 대화상자가 준비되어 있어

히스토그램의 막대수를 변화시켜가며 곧바로 새로운 히스토그램을 그릴 수 있다.

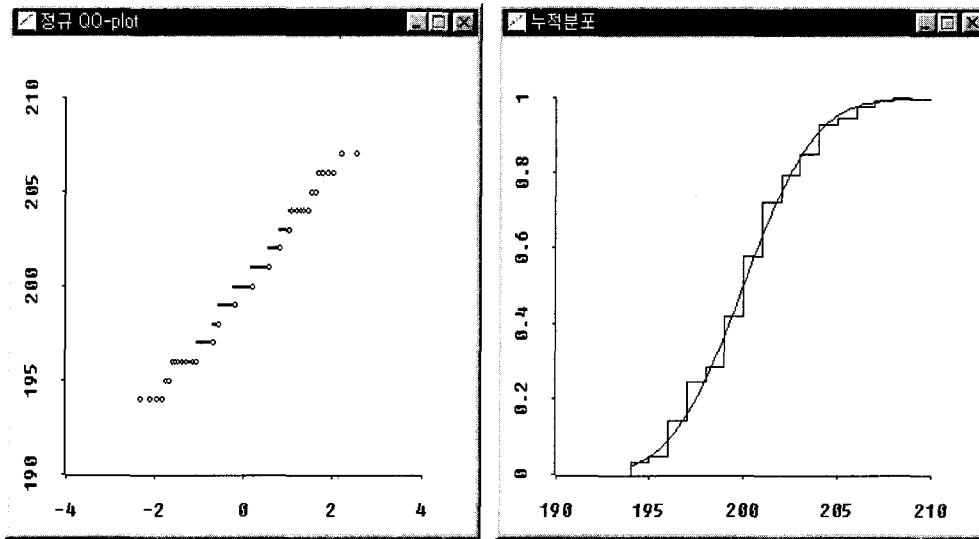


< 그림 2-5 >  $\bar{X}-S$  관리도를 출력한 화면

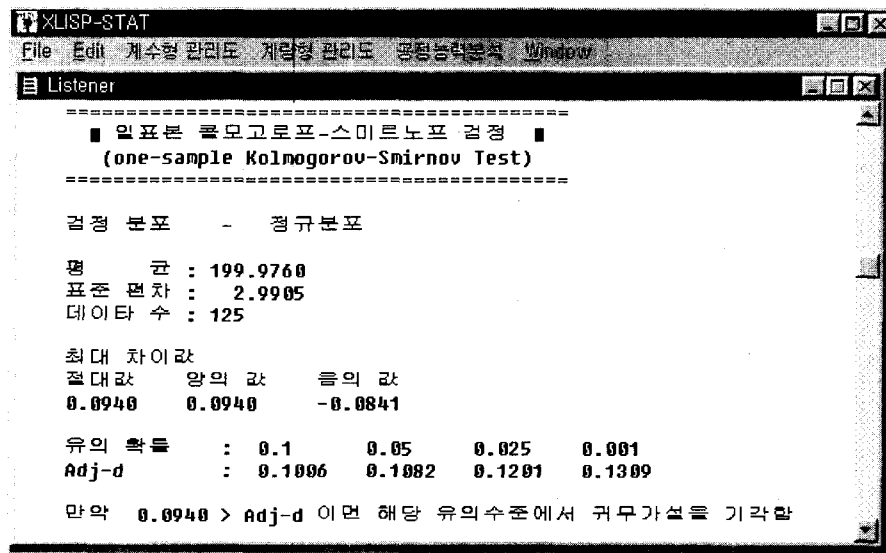


< 그림 2-6 > 히스토그램을 출력한 화면

한편 자료들의 정규성에 대한 보조적인 방법으로 [공정능력분석]-메뉴에서 “QQ PLOT”이나 “CDF PLOT”를 선택하여 <그림 2-7>과 같이 정규 Q-Q 플롯이나 CDF 플롯을 그려서 살펴볼 수 있도록 하였다. 더 나아가 [공정능력분석]-메뉴에서 “K-S TEST”를 선택하면 <그림 2-8>과 같이 Kolmogov-Smirnov 검정을 수행하여 관련 통계량을 출력해준다.



< 그림 2-7 > 출력된 Q-Q 플롯과 CDF 플롯



< 그림 2-8 > K-S TEST의 수행 결과

### 3. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 경제적인 부담을 최소로 줄이고 교육을 최소화하기 위해 무료인 XLisp-STAT을 도구로 사용하여 사용자가 가급적 쉽고 간단하게 사용할 수 있는 풀-다운 메뉴방식의 통계적 공정관리용 소프트웨어를 구현하였다. 개발된 소프트웨어는 XLisp-STAT이라는 도구를 이용해서도 일반적인 기능을 포함한 공정관리용 소프트웨어를 구현할 수 있음을 보여주는 하나의 사례이다. 물론 이 소프트웨어가 모든 중소기업에서 바로 이용될 수 있을 것이라고는 생각되지 않는다. 그러나 구현된 소프트웨어는 해당 기업의 업무특성에 맞게 수정 및 보완이 가능할 것이라 생각되며, 이를 위해 원시코드의 일부를 공개하여 참고할 수 있도록 하였다.

국내의 많은 중소기업들에서 공정관리가 제대로 이루어지지 못하는 가장 큰 이유는 전문인력의 부족과 미흡한 경제력 때문이라 생각된다. 본 연구가 이러한 문제에 도움이 되도록 하려면 각 중소기업의 업무특성을 고려하여 아직도 많은 보완작업을 가져야 할 것이며 누적합(CUSUM) 관리도, 지수가중이동평균(EWMA) 관리도, Weibul 확률-플롯 등 좀더 포괄적인 방법들도 포함시켜야 할 것이다. 앞으로 이런 부분들에 대한 보강이 이루어지면 본 연구자가 재직중인 대학의 홈페이지나 PC통신 등의 자료실에 공개할 예정이다.

### 참고문헌

- [1] 김만기, 김성태(1993), "품질관리 지원을 위한 공장자동화 S/W 설계," 「품질관리학회지」, 제 21권, 제 1호, pp. 44-54.
- [2] 김양호, 허정준, 김광섭(1994), "칼만필터를 적용한 통계적 공정관리 시스템의 개발," 「품질경영학회지」, 제 22권, 제 2호, pp. 20-32.
- [3] 정원, 정연구(1995), "전자부품의 품질향상을 위한 인라인 자동검사시스템," 「품질경영학회지」, 제 23권, 제 3호, pp. 33-44.
- [4] 조신섭, 신봉섭(1997), "통계적 공정관리를 위한 주요 통계패키지의 비교," 「응용통계연구」, 제 10권, 제 1호, pp. 29-36.
- [5] 한경수, 안정용(1996), "MS-Excel과 Visual Basic으로 개발한 통계적 공정관리 소프트웨어," 「품질경영학회지」, 제 24권, 제 2호, pp. 172-178.
- [6] 허문열(1995), 「XLISP-STAT(객체지향통계언어)」, 자유아카데미.
- [7] Cook, R. Dennis and Weisberg, Sanford(1994), *An Introduction to Regression Graphics*, John Wiley & Sons.
- [8] Tierney, L.(1990), *LISP-STAT*, John Wiley & Sons.
- [9] YOUNG, F. W.(1993), "ViSta - The visual statistics system. A research and development test bed for statistical visualization techniques," *Technical Report, Psychometrics Lab, University of North Carolina*.



### <부록> : p-관리도에 대한 함수의 원시코드

```
(defun P_OK ()
  (let* ((xx (read-data-file))
        ;; 'xx'라는 변수에 데이터 입력
        (x (first xx))
        ;; 'xx'의 첫번째 요소를 'x'에 입력
        (sx (sum x))
        ;; 첫번째 요소인 'x'의 합을 'sx'라는 변수에 입력
        (y (length x))
        ;; 'x'의 길이를 'y'라는 변수에 입력
        (zz (get-value-dialog "서브그룹의 수를 입력하십시오" :initial 100))
        ;; 윈도우를 열어서 서브그룹의 수를 입력받음
        (z (first zz))
        ;; 'zz'에 있는 값 중 첫번째 요소를 'z'라는 변수에 입력
        (p (mapcar #'(lambda (x) (/ x z)) x))
        ;; 'p'값을 구함
        (sd (standard-deviation x))
        ;; 'sd'라는 변수에 'x'의 표준편차값을 입력
        (part (* y z))
        ;; 'part'라는 변수에 'y' * 'z'값을 입력
        (pbar (/ sx part))
        ;; 'pbar'라는 변수에 'sx' / 'part'값을 입력
        (ucl (+ pbar (* 3 (sqrt (/ (* pbar (- 1 pbar)) z))))))
        ;; 관리상한값을 입력
        (lcl (- pbar (* 3 (sqrt (/ (* pbar (- 1 pbar)) z))))))
        ;; 관리하한값을 입력
        (lcl (if-else (< lcl 0) 0 lcl))
        ;; 관리하한값이 음수가 되면 값을 보정
        (cl (/ (mean x) z))
        ;; 중심값을 계산
        (Cp (/ (- ucl lcl) (* 6 sd)))
        ;; 공정능력지수를 계산
        (mu (/ sx y))
        ;; 평균을 계산
        (k (/ (abs (- (/ (+ ucl lcl) 2) mu)) (/ (- ucl lcl) 2)))
        (Cpk (* (- 1 k) Cp))
        ;; 치우친 공정능력지수를 계산
        (p-plot (plot-points (iseq 1 y) p :title "P 관리도":size '(450 230)
                           :location '(100 25)))
        (p-low (send p-plot :range 1)))
        (send p-plot :variable-label '(0 1) ("부분군 번호" "")))
```

```

(send p-plot :add-lines (list (iseq 1 y) p) :color 'blue)
(do ((i 0 (1+ i)))
  ((>= i y)
   (when (or (< (elt p i) lcl) (> (elt p i) ucl))
     (send p-plot :point-symbol i 'x)
     (send p-plot :point-color i 'red)))
  (send p-plot :abline ucl 0)
  (send p-plot :abline cl 0)
  (when (and (> lcl 0) (> lcl (first p-low)))
    (send p-plot :abline lcl 0)
    t)
  (send p-plot :x-axis t t 6)
  (send p-plot :y-axis t t 4)
  ;; 주어진 데이터 값을 가지고 관리도를 그림
  ;; 각 요소들은 객체로서 send 라는 명령어에 의해 전달됨
  (format t " ~% =====~%" )
  (format t "  oO      P 관리도의 분석      Oo ~%" )
  (format t " =====~%" )
  (format t "      P의 관리상한값   : ~8,4f   ~%" ucl)
  (format t "      P의 중심값         : ~8,4f   ~%" cl)
  (format t "      P의 관리하한값     : ~8,4f   ~%" lcl)
  (format t " -----~%" )
  (format t "      P의 공정능력지수 : ~8,4f   ~%" Cp)
  (format t "      P의 치우친 공정능력지수:~8,4f   ~%" Cpk)
  (format t " =====~%"))
  ;; 계산되어진 결과를 윈도우에 출력

```