

# 2차원 관리도와 관리도를 이용한 독립변수와 종속변수의 관계연구

이상복, 김명훈  
서경대학교 산업공학과  
sbree@skuniv.ac.kr

## Study on 2 dimensional Control Chart and Search interrelation Independent variable and dependent variable by using control chart considered simultaneously

Ree, Sangbok, Kim, Myunghoon  
Dept. Industrial Engineering Seokyeong University

### Abstract

In this paper, we propose a 2dimension Control Chart. Suggested which Control chart augments Schwart Control chart which is 1-dimensional and Independent variable and dependent variable interrelationship by using control chart. Schwart control chart cannot use input variable and output variable together. In this paper, we try to analysis input variable and output variable dependent and effect. So called 2-dimensional control char.

**Key words** : 2-dimensional Schwart Control chart, Independent variable and dependent variable.

### 1. 서론

#### 1) 연구배경 및 목적

슈와르트 관리도(기업에서 사용되는 대부분의 관리도)는 현장에서 품질 도구로 가장 많이 사용되는 관리도이다. 슈와르트는 관리도를 활용함으로써 관리 상태를 통계적으로 해석하여 정상적인 상태가 아닌 특별한 상태를 찾아내려는데 의미가 있다. 슈와르트의 관리도의 아이디어는 상하 3시그마(표준편차)의 관리선을 제안한 데 있다. 정상적인 관리 상태에선 상하 3시그마 내에서 산포를 허용하지만 그 외 것은 특별한 경우로 이 경우는 반드시 원인을 찾아서 해결해야 한다. 슈와르트 관리도는 작업자가 활용한다. 슈와르트 관리도의 한계는 한 개의 변수만 관리한다는 것이다.

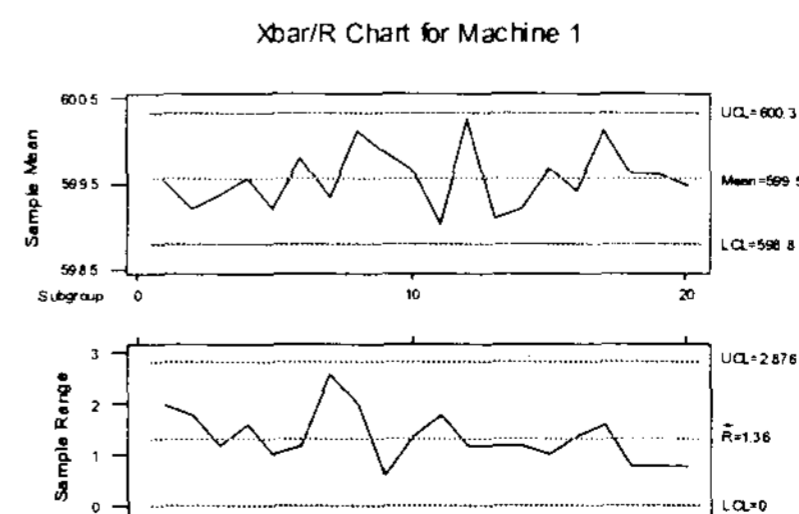
이 논문에서 제안하는 2차원관리도는 슈와르트 관리도의 한계를 넘어서 2개 변수를 동시에 관리도

를 제안하는데 있다. 2차원 관리도는 관리 한계선이 직선보다는 원이나 타원형태로 그려질 것이다 현대 사회의 모든 경제 성장의 원동력은 서비스이다. 제조업 역시 제조품질 뿐만이 아닌 서비스 품질을 향상시켜야지만 업계에서 살아남을 수 있게 되었다. 하지만 이러한 서비스 품질을 측정한다는 것은 매우 힘든 일이다. 왜냐하면 서비스품질이란 주관적이기 때문에 객관화하여 측정하기 어려우며, 생산과 소비가 동시에 이루어져 전달이 완료되기 이전에는 검증이 힘들기 때문이다. 그럼에도 불구하고 서비스품질 측정을 위한 노력이 계속되고 있다. 결국 얼마나 좋은 서비스를 제공하느냐가 그 기업의 성패를 좌우하기 때문이다.

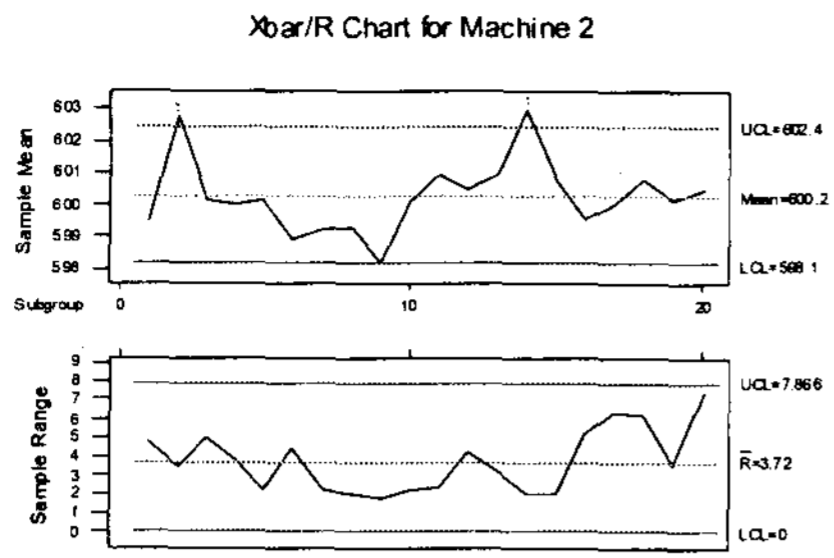
### II. 2차 관리도 제안

#### 1) 2개의 독립변수인 경우

[표 1]은 기계1과 기계2에서 1시간 안에 측정 한 100개의 샘플 데이터이다. 표1의 Xbar-R 관리도를 각 기계별로 그리면 아래 그림 1과 그림 2와 같이 그려진다. 기계1과 기계2는 최적제품(y)를 만드는 과정중의 기계이다. 이 기계사이의 상호작용은 없다



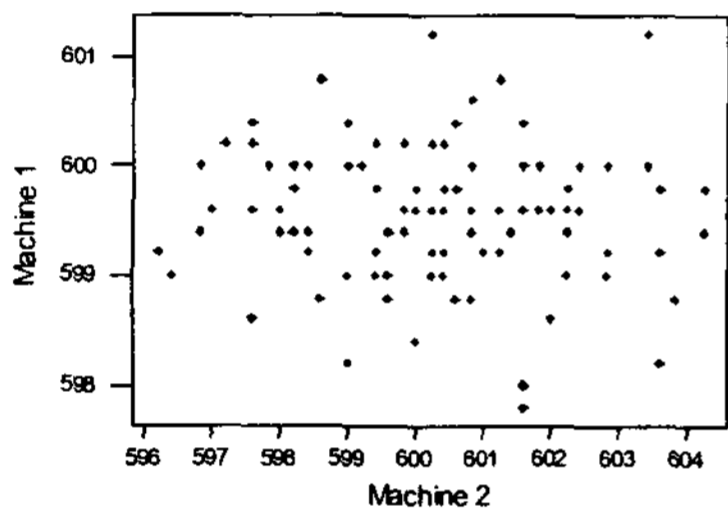
[그림 1] 기계1의 관리도



[그림 2] 기계 2의 관리도

이들 그림에서 보면 각 기계별로 관리 문제는 없게 나타났다. 최종제품은 기계 1과 기계 2의 결합제품이기 때문에 각각에선 문제가 없지만 2 기계 사이의 결합제품은 어떠한 경우에 불량품이 발생할 수 있다.

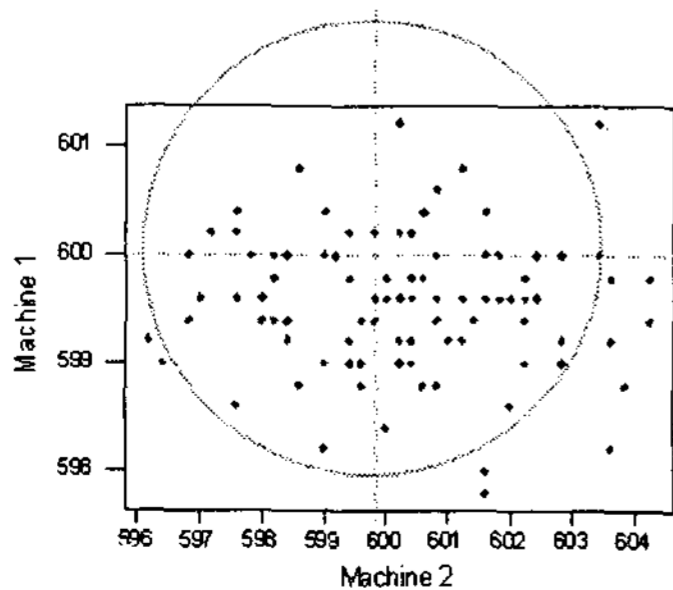
기계 1과 기계 2의 측정값을 산점도로 그리면 아래 그림 3과 같이 그려진다.



[그림 3] 기계 1,2 의 산점도

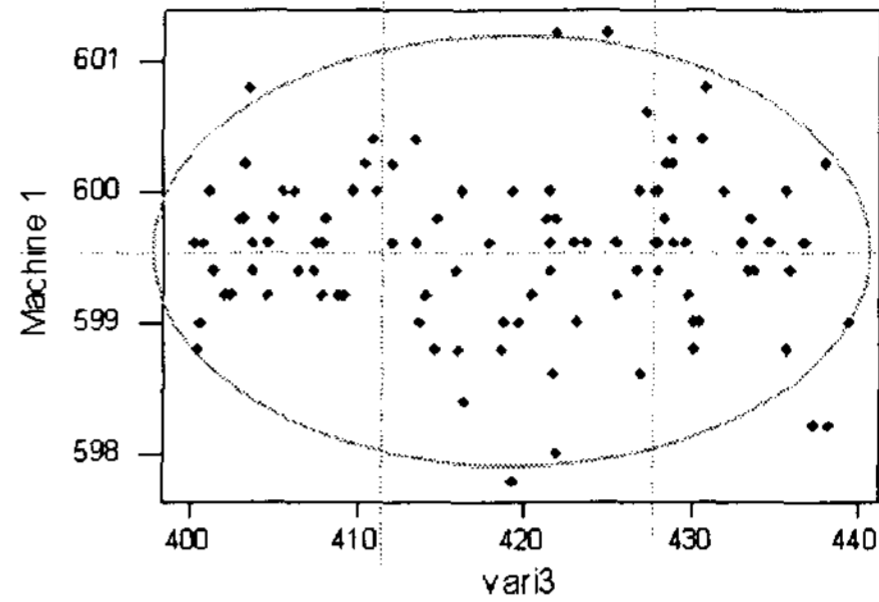
이 때 2 기계를 동시에 관리하는 관리선은 원이나 타원으로 표현될 수 있다. 2차원 관리도 그리는데는 문제의 핵심은 관리 한계선을 그리는데 있다. 아래 그림 4와 같이 관리한계선이 원이라 가정하면, 각 부품의 중심점을 그리고 중심점을 통과하는 수직선과 수평선을 그리고 관리한계선은 전체 데이터의 표준편차의 3배를 반지름으로 할 수 있다. 정확한 관리 한계선은 생산현장마다 다르게 계산될 것이다. 불량으로 의심되는 기계 1,2의 동시의 점을 찾아 계산한다.

아래 [그림 4]를 보면 각 기계에선 문제없는 점 11개가 사실은 불량품이 될 수 있다. 아래 그림에선 표현되지 않았지만 시간은 매 점을 찍으면서 시간이 색으로 표시될 수 있을 것이다. 시간은 점 자체에 표시하는 방법이다.



[그림 4] 관리한계선이 원이되는 2차 관리도

위와 같이 2차원 관리도는 1차원 관리도에서 관리되지 않던 부분을 관리할 수 있는 장점이 있다. 관리한계선이 때로는 아래 그림 5와 같이 타원으로 표현될 수 있다. 2개의 변수 사이의 차이 때문에 가능하다. 한쪽 변수가 상대적으로 불량품에 영향을 적게 준다는 의미이다.



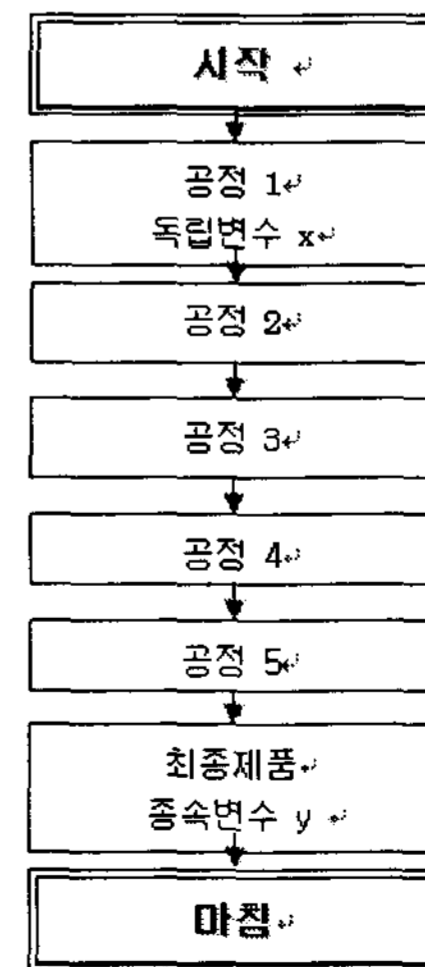
[그림 5] 타원형으로 그려진 관리한계선

### III. 독립변수와 종속변수를 동시에 고려한 2차원 관리도

실사회에서 [그림 3]과 [그림 4]에서 제안한 방법을 사용하려면 관리도를 그리는 부품이 각 불량품에 미치는 영향력 등 중요한 정보가 알려진 경우에 가능하다.

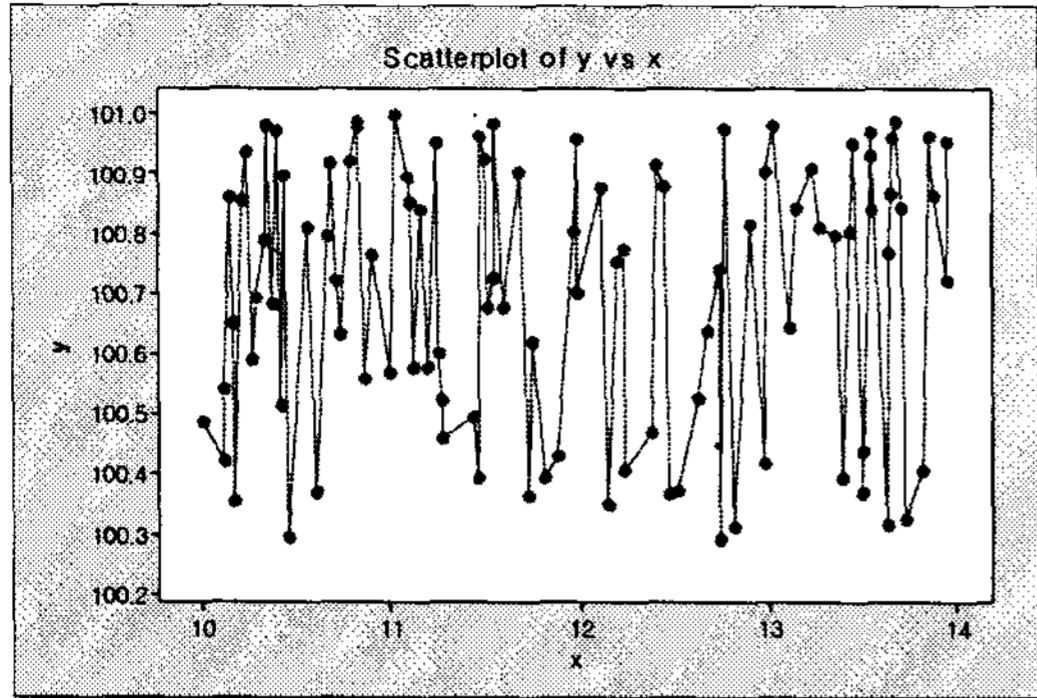
실사회에선 품질에 영향을 주는 부품(독립변수)과 결과(종속변수)를 동시에 고려한 2차원 관리도가 의미가 있다. 이러한 관리도가 가능하면 좀더 빨리 불량품에 영향을 미치는 요인을 찾아내어 관리할 수 있기 때문이다. 종속변수와 독립변수를 동시에 그리는 2차원 관리도는 종속변수의 시간의 차이 때문에 쉽게 그릴 수 없다. 대부분 공정에선 정확하게 공정시간을 측정하여 관리하지 못하고 있다. 여기서 이 두 변수를 동시에 고려하여 원인을 찾아내는 독립변수와 종속변수를 동시에 고려한 2차원 관리도를 제안하여 종속변수와 독립변수간의 관계를 규명한다.

아래 [그림 6]과 같이 간단한 화학공정을 가정한다.



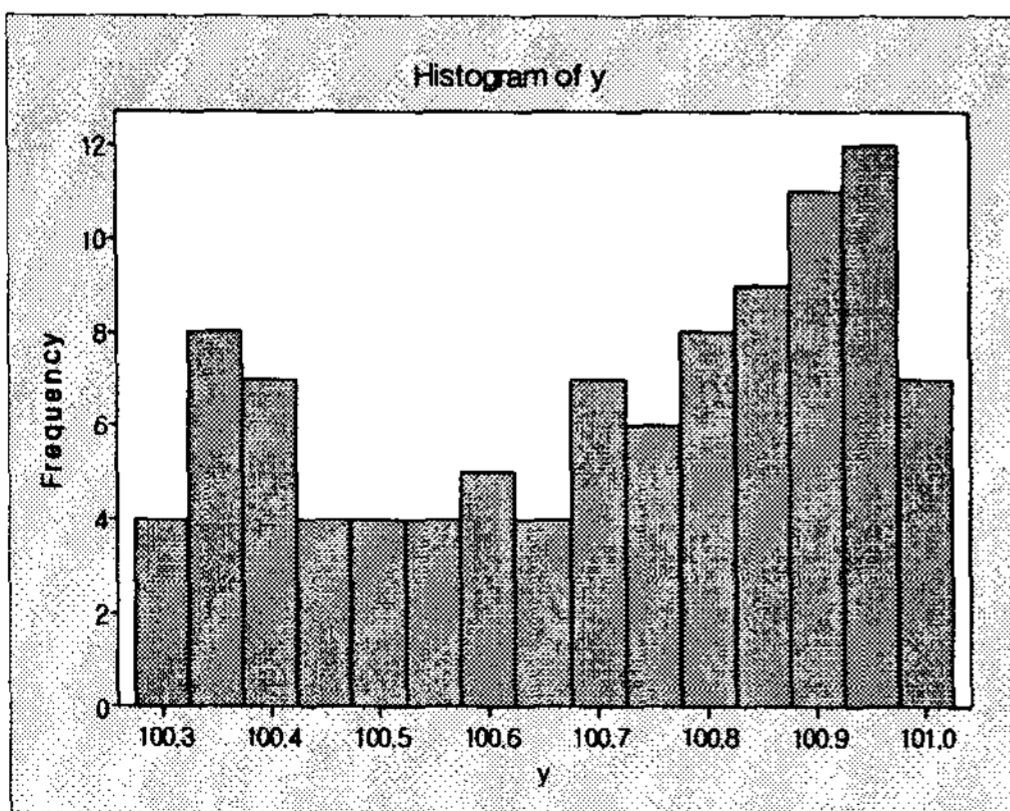
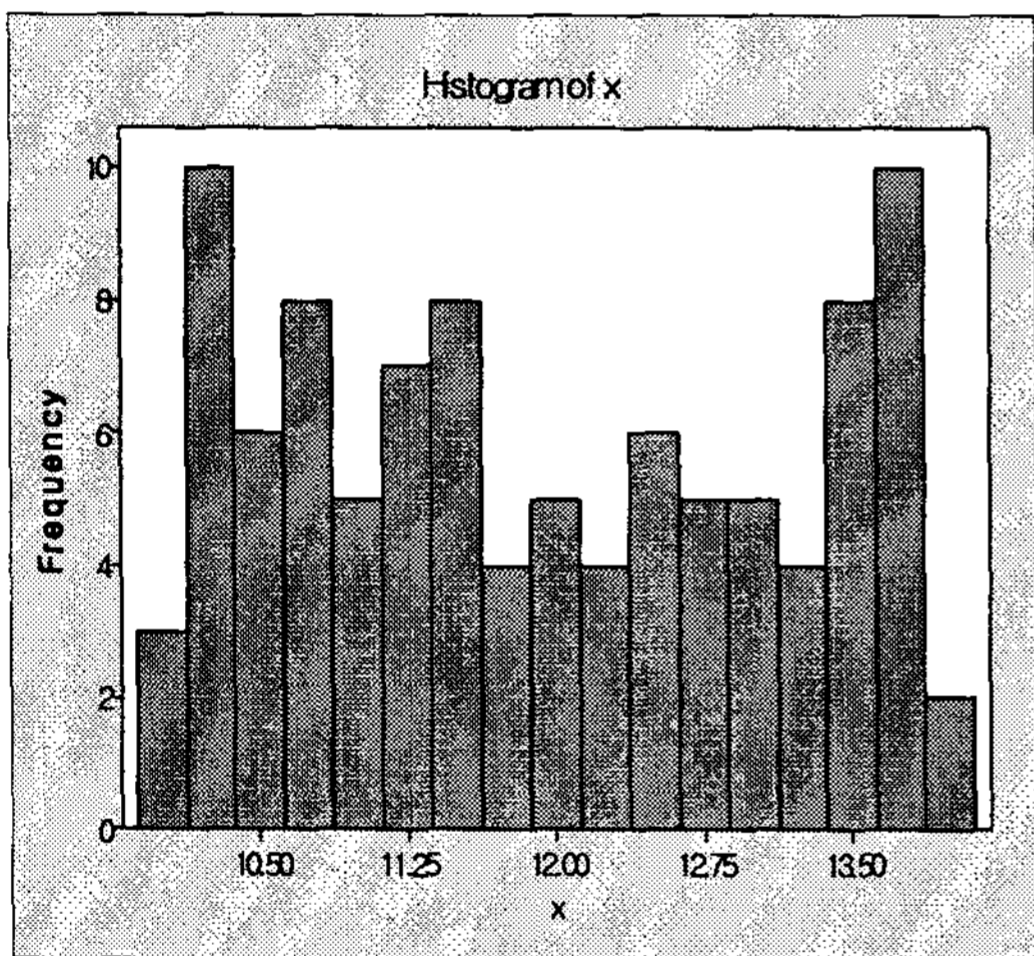
[그림 6] 예제 공정 프로세스

[표 2]의 데이터는 독립변수  $x$ 와 종속변수  $y$ 를 측정된 데이터이다. 현재 변수  $x$ 가 얼마의 시간을 지나서 정확한 결과물이 되었는지 알려지지 않았다. 다양한 형태의 그래프를 그려본다.



[그림 7] 변수  $x$ 와 최종제품  $y$ 의 상관그래프

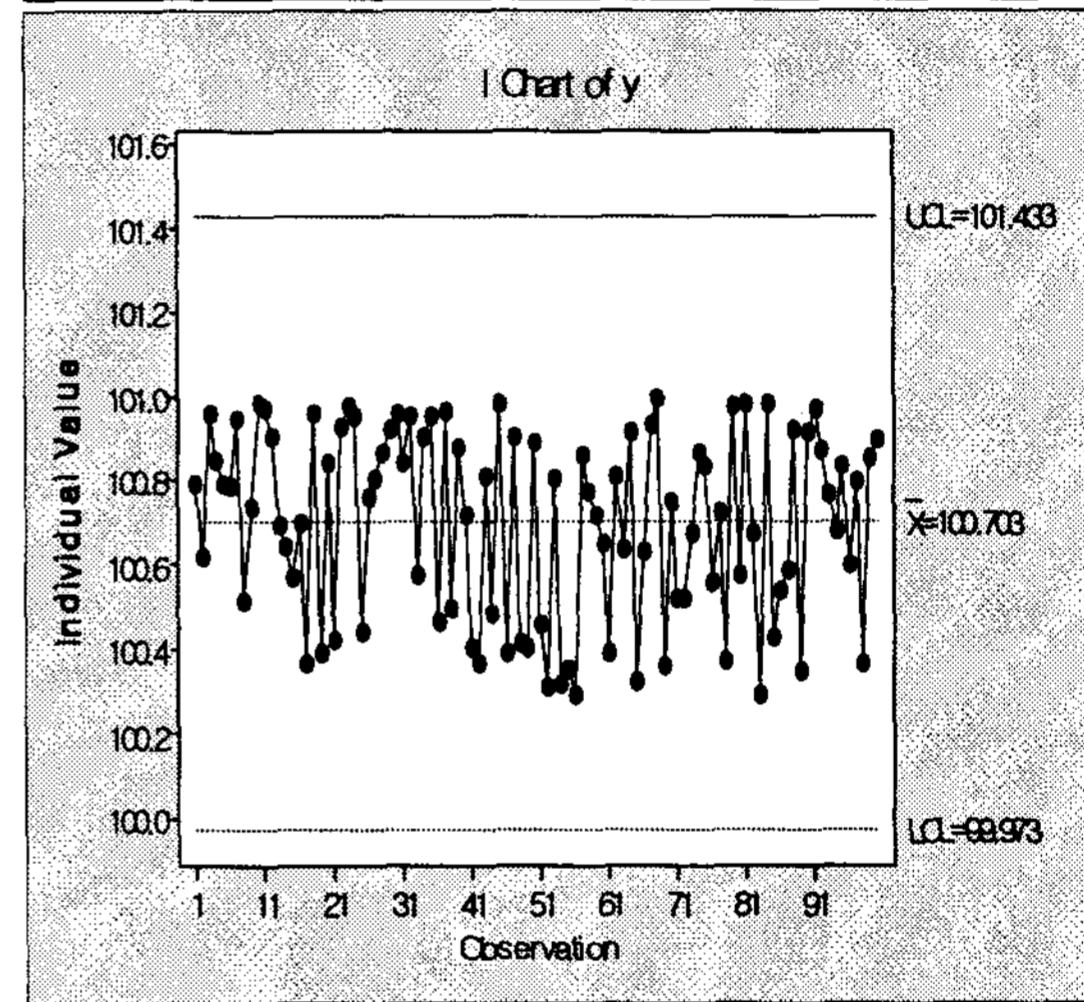
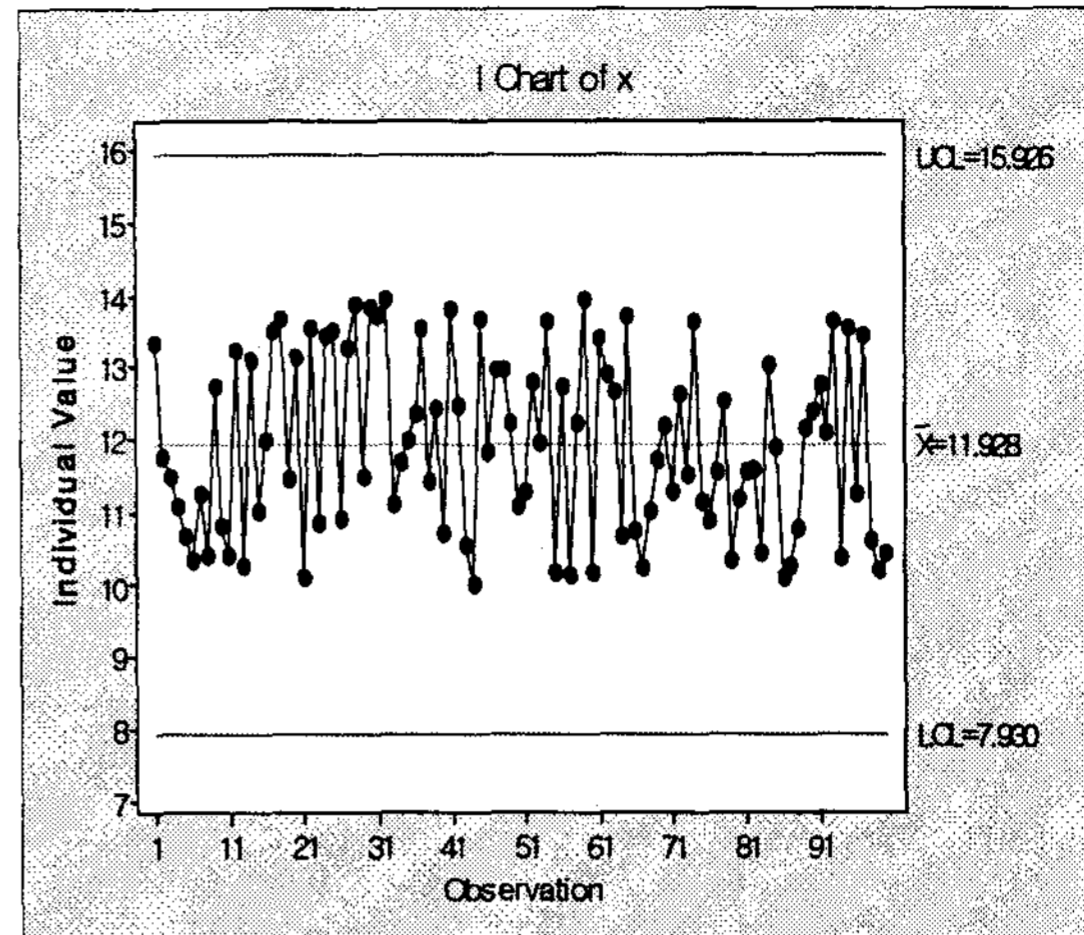
위의 그림으로 어떤 관계를 찾을 수 없다. 또한 회귀식도 찾을 수 없다. 다음, 각 변수를 히스토그램을 그리면 [그림 8]과 같이 그려진다.



[그림 8]  $x$ 와  $y$ 의 히스토그램

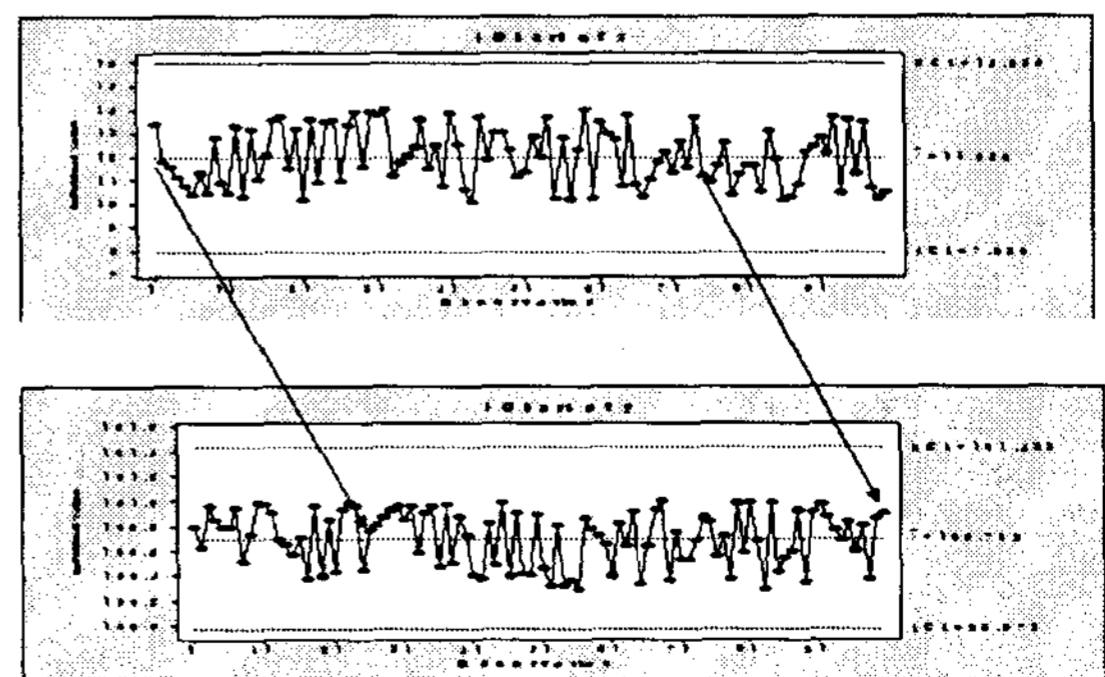
위 히스토그램으로도 어떠한 정보를 얻을 수 없다. 다음에 [그림 9]와 같이  $x$ 와  $y$ 의 관리도를 그

린 것이다.



[그림 9]  $x$ 와  $y$ 의 관리도

각각 그려진 관리도에선 어떤 관계를 찾을 수 없지만, 자세하게 보면 일정한 시차를 두고 관계가 있다는 것을 그림 10과같이 찾을 수 있다. 일정한 시간을 두고 관계식을 찾을 수 있는 것은 그래프를 이용한 시각적인 방법에선 가능하다. 이 점이 이 논문에서 제안하는 독립변수와 종속변수를 동시에 고려한 관리도이다.



[그림 10]  $x$ 와  $y$ 의 상관을 찾음

위와 같이 변수 x와 y간에 관계가 있다면 위에서 제시한 방법으로 관계를 찾을 수 있다면 독립변수 x를 정확하게 관리할 수 있다. 또한 이 경우에 독립변수 x의 최적조건을 찾을 수 있고 또한 이 경우는 비용절감 효과가 있다.

#### IV. 결론

이 논문에서 우리는 2차원 관리도와 독립변수와 종속변수를 동시에 고려한 관리도를 제안했다. 현실적으로 사용되지 않지만 현실에서 필요한 관리도로 생각된다. 2차원 관리도에서 관리한계선 그리는 문제가 명확하게 제시되지 않았지만 이는 현장마다 다른 데이터로 불량률 기준에 따라서 관리한계선을 계산해야 한다. 또한 독립변수와 종속변수간의 관계식을 찾는 관리도 기법도 제시하였다. 제안된 관리도는 현장에서 사용되는 방법에 따라서 달라지지만 쉬운 해법을 찾아 제시하는 것이 다음 과제이다.

#### 참고문헌

- [1] Ree, Sangbok( 1998), Quality Management, statistical quality control, design of experiments, reliability, seoul, Younggi-Munwhas
- [2] Ree, Sangbok(2001), Minitab user guide hand books, Ahnyang, Erete.
- [3] Ree, Sangbok(2003), 2-dimensional Control Chart, the 1<sup>st</sup> ANQ conference

[표 1] 기계 1과 2의 100 샘플데이터

Machin e 1	Machin e 2	Machin e 1	Machin e 2	Machin e 1	Machin e 2	Machin e 1	Machin e 2
598	601.6	600	600.8	599	602.2	599.6	598
599.8	600.4	600.2	597.2	599.6	599.8	600	598.4
600	598.4	600.2	600.4	599.4	599.8	599.6	600.8
599.8	600	599.6	599.8	599.2	601	599.2	602.8
600	596.8	599	596.4	597.8	601.6	598.6	597.6
600	602.8	599	600.4	600.4	601.6	599.6	601.6
598.8	600.8	599.8	598.2	599.6	600.2	601.2	603.4
598.2	603.6	600.8	598.6	600	601.8	599.6	597
599.4	604.2	598.8	599.6	600.8	601.2	600.2	599.8
599.6	602.4	598.2	599	600.4	597.6	600	597.8
599.4	598.4	600	598.2	599.4	599.8	600	602.4
599.4	599.6	599.2	599.4	599	602.8	599.4	602.2
600	603.4	599.8	599.4	598.4	600	599.8	600.6
598.8	600.6	601.2	600.2	599	599.6	599.2	596.2
599.2	598.4	600.4	599	599.6	602.2	599.6	602.4
599.4	598.2	600.2	599.4	598.8	603.8	599.4	601.4
599.6	602	599.6	598	599.2	603.6	600	599.2
599	599.4	599.6	597.6	599.6	601.8	600	601.6
599.2	599.4	599.6	598	598.6	602	599.2	600.4

600.6	600.8	600.2	597.6	599.8	603.6	599.4	598
598.8	600.8	599.2	601.2	599.6	600.8	599.6	601.2
598.8	598.6	599	599	599.2	600.2	599.8	604.2
599.8	600	599.6	600.4	599.6	600.4	599	600.2
599.2	600.4	600.4	600.6	600.2	600.2	599.6	600
599.4	600.8	600	599	599.8	602.2	599.4	596.8

[표 2] 입력변수 x와 출력변수 y 100개 데이터

x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
13.35	100.80	10.11	100.42	13.82	100.41	13.40	100.39	11.55	100.99
11.75	100.62	13.54	100.93	12.47	100.37	12.90	100.82	11.60	100.68
11.48	100.96	10.83	100.98	10.56	100.81	12.67	100.64	10.45	100.29
11.10	100.85	13.45	100.95	10.00	100.49	10.69	100.92	13.02	100.98
10.66	100.80	13.50	100.44	13.67	100.99	13.72	100.33	11.88	100.43
10.34	100.79	10.91	100.76	11.82	100.39	10.73	100.63	10.12	100.54
11.25	100.95	13.27	100.81	12.98	100.90	10.24	100.94	10.27	100.59
10.42	100.51	13.87	100.87	12.98	100.42	11.03	101.00	10.79	100.92
12.74	100.74	11.50	100.92	12.23	100.41	11.73	100.36	12.15	100.35
10.82	100.99	13.86	100.96	11.09	100.89	12.19	100.75	12.40	100.92
10.40	100.97	13.70	100.84	11.27	100.46	11.27	100.52	12.77	100.97
13.23	100.91	13.95	100.95	12.81	100.31	12.62	100.53	12.11	100.88
10.29	100.69	11.13	100.58	11.96	100.81	11.51	100.68	13.64	100.77
13.11	100.64	11.68	100.90	13.63	100.32	13.65	100.87	10.37	100.68
11.00	100.57	11.98	100.96	10.17	100.36	11.16	100.84	13.54	100.84
11.98	100.70	12.38	100.47	12.74	100.29	10.87	100.56	11.26	100.60
13.50	100.37	13.55	100.97	10.14	100.86	11.55	100.73	13.43	100.80
13.66	100.96	11.43	100.50	12.23	100.77	12.52	100.37	10.61	100.37
11.47	100.39	12.44	100.88	13.95	100.72	10.34	100.98	10.21	100.86
13.15	100.84	10.72	100.72	10.16	100.65	11.20	100.58	10.44	100.90