

올바른 공정 모니터링을 위한 관리도 설계

Designing a control chart for process monitoring properly

2012. 11. 10

공학통계연구소

이종선 박사

jslee@iesrnd.com

KOREA 2020



Current Situation

- 자동 측정 시스템으로 인한 자료 수집의 용이로 기업 규모와 관계 없이 대규모 데이터 보관
- 그에 따른 데이터 활용 방안으로 공정 모니터링에 대한 필요성이 늘고 있음
- 하지만 관리도 설계에 관한 이해 부족으로 False Alarm이 부각되고 있음
- False Alarm으로 인한 관리 이탈을 공정의 문제로 잘못 판단하는 경우가 많음
- 사용중인 관리도에 대한 자동화된 검토 도구가 없어 수작업에 의한 분석

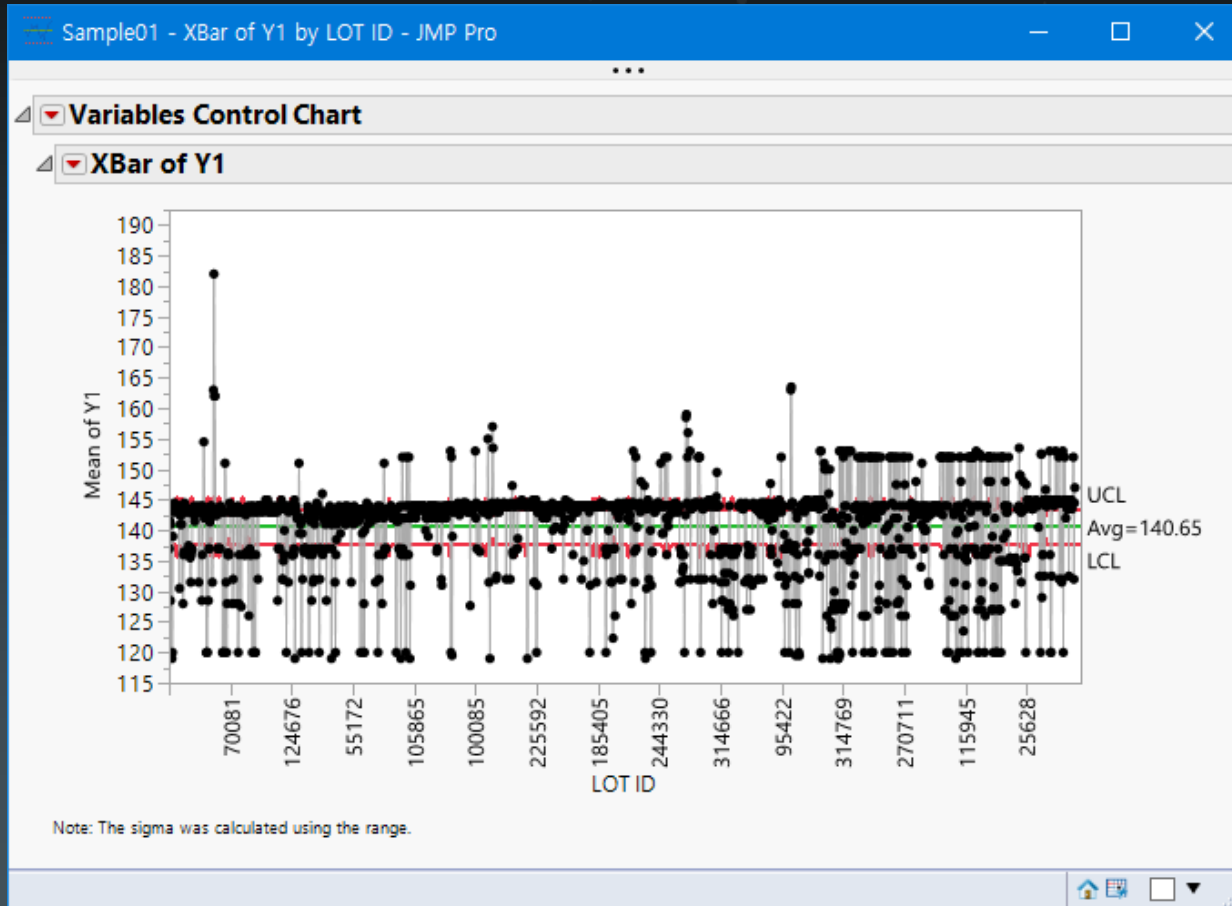
Why False Alarm?

- 공정 모니터링을 위해 사용하는 관리도를 적용하기 위한 사전 검토 부족
- 슈하르트 관리도 적용을 위해 필요한 “정규성“, “독립성”을 위반한 데이터로 인해 예상치 못한 False Alarm 발생
- 이로 인해 불필요한 관리이탈 원인 파악을 위한 비용 및 시간 소비
- 또한 현장에서는 관리도에 대한 불신이 생기고 공정 모니터링을 위한 도구로서의 관리도가 외면 당하고 있는 현실

KOREA 2020

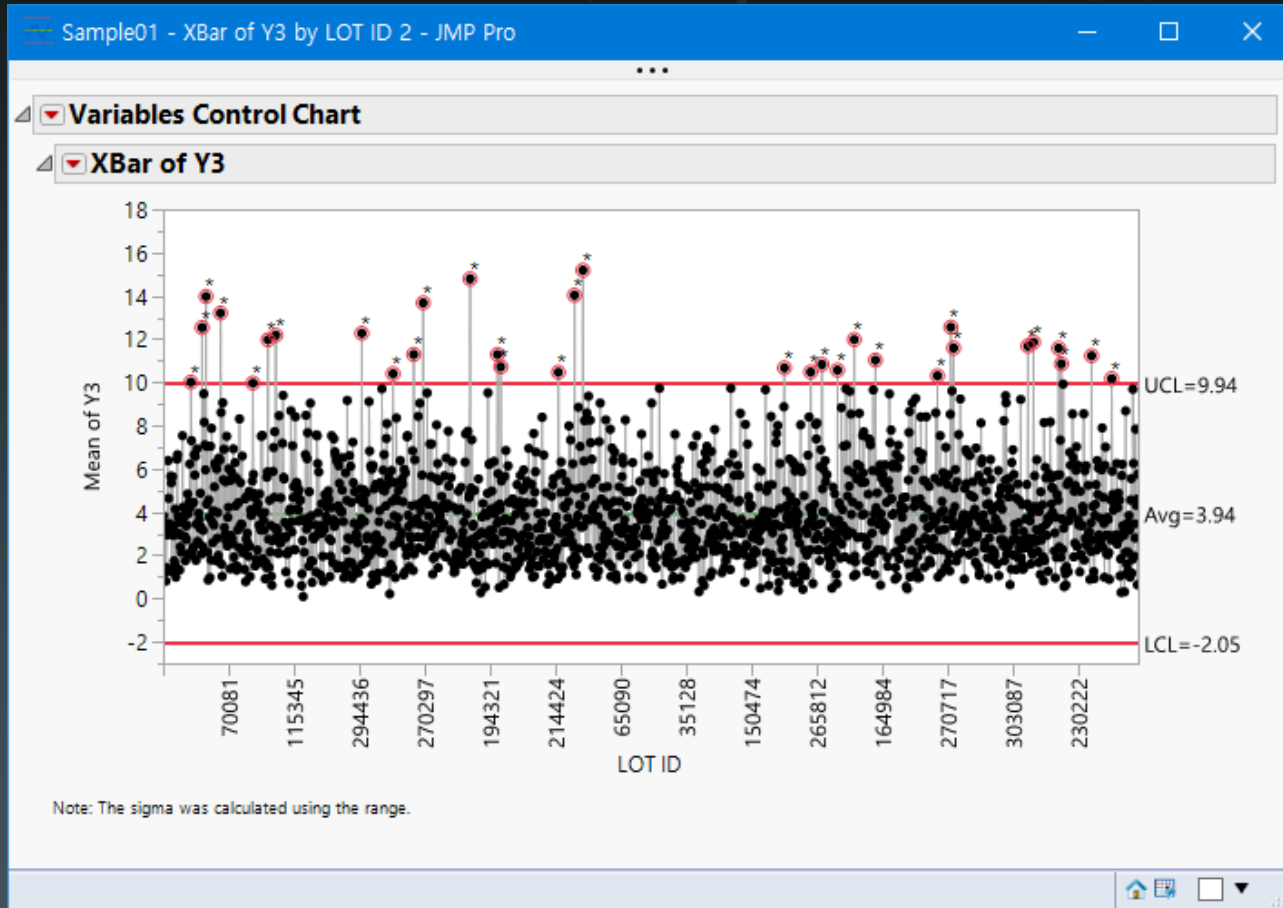
DISCOVERY
SUMMIT
ONLINE

Types of False Alarm(1)



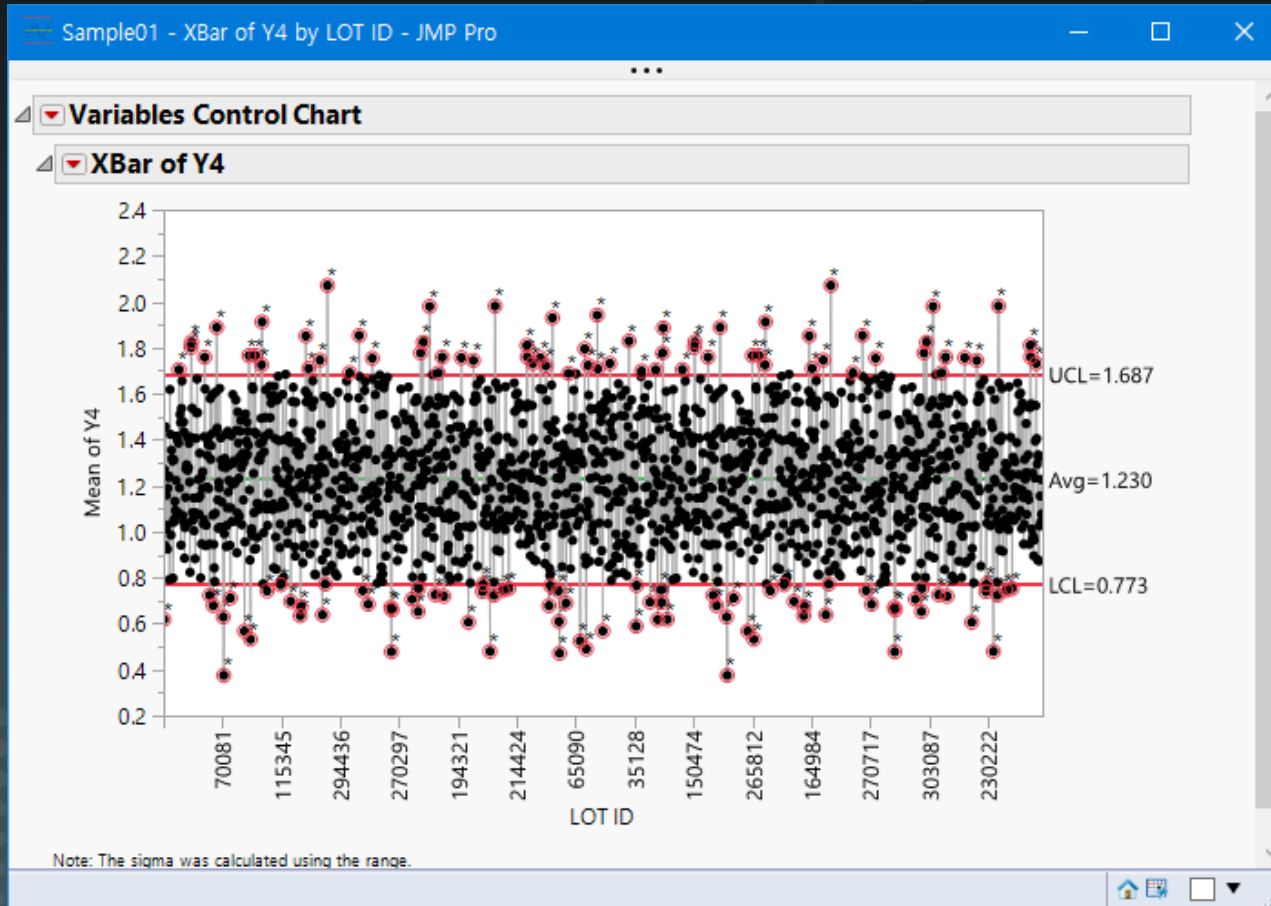
- 하나의 제품 내에서 반복 측정을 통해 수집한 데이터를 합리적 부분군으로 간주하여 관리한계가 좁게 형성 되면서 발생하는 False Alarm
- 합리적 부분군 형성이 어려워지는 최근의 제품 혹은 공정들이 점점 늘어나고 있음

Types of False Alarm(2)



- 비정규 분포에 대한 처리가 제대로 되지 않은 상태에서 관리 상한선을 벗어나는 False Alarm
- 중심극한정리를 위한 충분한 샘플 크기가 확보되지 않거나, 해당 분포의 식별이 어려워 확률 한계 사용이 되지 않은 관리도에서 발생하는 False Alarm

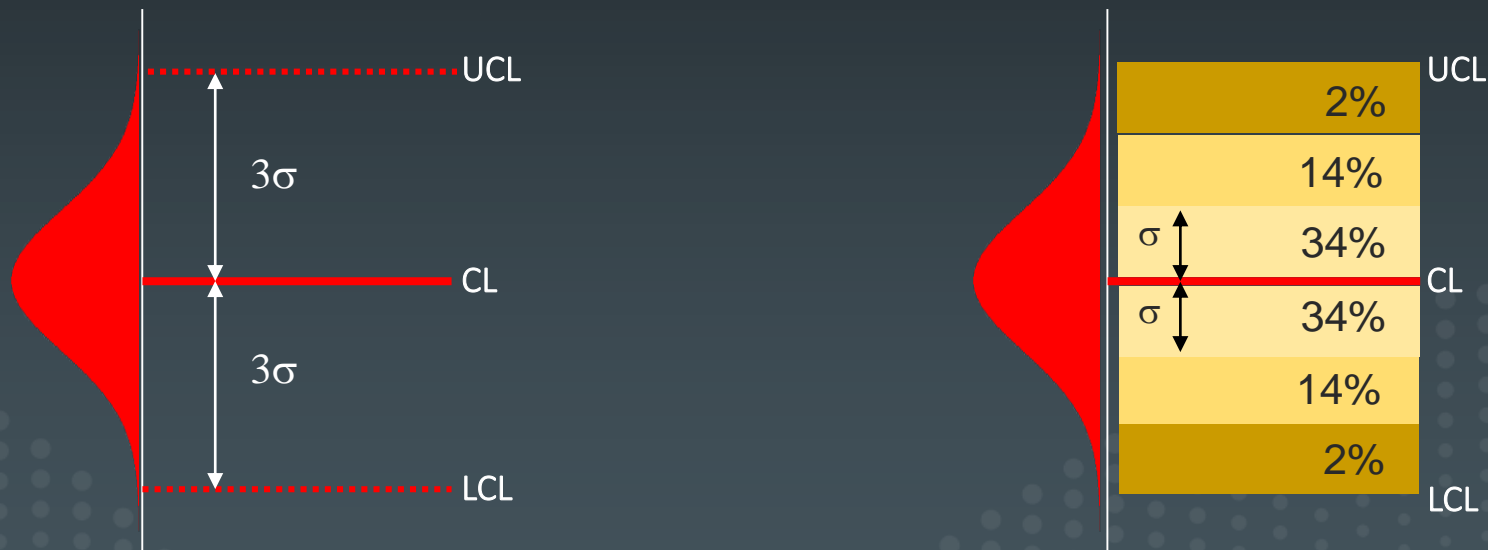
Types of False Alarm(3)



- 자기상관(Autocorrelation)이 존재하는 공정 데이터에서 발생하는 산포의 과소 추정으로 인한 False Alarm 발생

Assumption of Shewhart's Chart

- 데이터가 정규 분포를 따라야 함 → Non-Normal의 문제 발생
- 데이터는 시간에 따라 서로 독립이어야 함 → Autocorrelation의 문제 발생

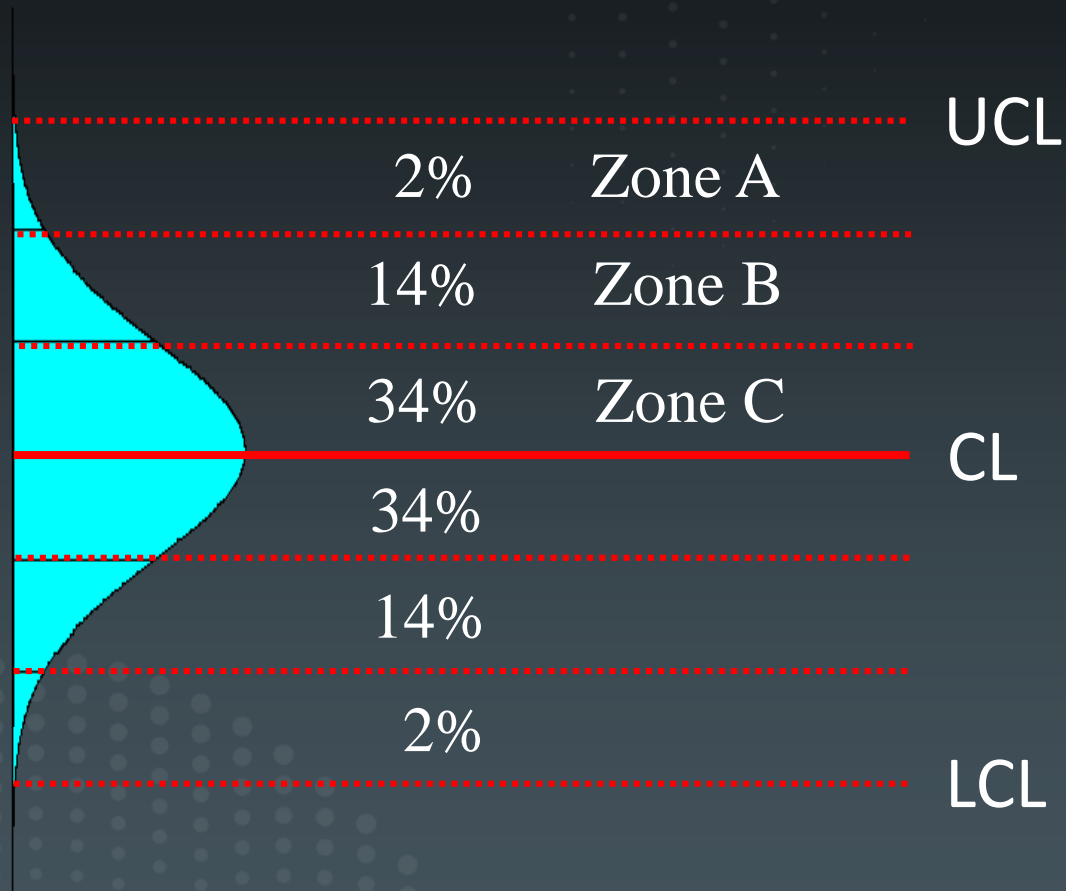


Proper condition for right control chart

- 슈하르트 관리도는 0.27%의 1종 오류를 갖고 관리 도구
- 올바른 관리도는 In-Control ARL(ARL_0)가 370이 되어야 함

$$ARL_0 = \frac{1}{0.0027} \doteq 370$$

Determine the control limits



ARL₀가 370인 것을 확인하기 위해서는 최소한 타점 되는 데이터가 370개 이상이 되어야 하지만 현실적으로 그렇게 많은 점들을 관리도 상에 표시하지 않음

적은 데이터가 타점 되는 현실을 고려할 때, Zone A에 타점 될 확률이 2%이므로 50개 점당 1개의 점이 Zone A에 타점 되어야 함

즉, Zone A에 타점 되는 비율을 통해 관리한계의 적절성을 판단

Practical Issues

- 제품별, 모델별, 공정별로 구분된 많은 공정 변수로 인한 관리도 검토가 어려운 현실
- 현재 사용 중이 관리도의 관리한계와 타점 되는 통계량의 분포 식별 필요
- JMP 내의 Process Screening과 같이 여러 공정 변수들에 대한 관리도 일괄 검토 필요

Control Chart Review Process

관리도에 타점 된
통계량 확인



정규성 검토



분포 식별



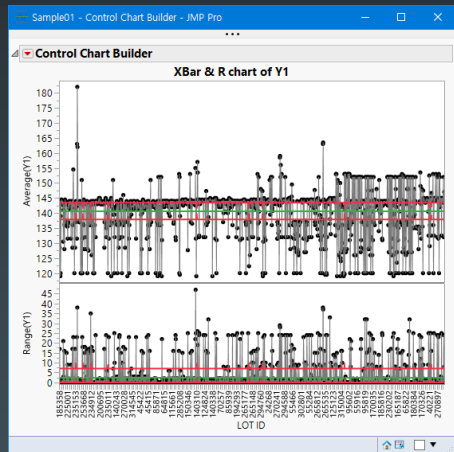
자기상관 검토



ARL0 산출



Zone A 비율
산출



Parameter	Estimate	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
Location μ	140.6807	0.1769154	140.33395	141.02744
Dispersion σ	7.3478474	0.04617	7.2579109	7.3560336

Measures	
-2*LogLikelihood	11775.043
AICc	11779.05
BIC	11789.949

Goodness-of-Fit Test		
	W	Prob < W
Shapiro-Wilk	0.8278172	<.0001*
	A2	Simulated p-Value
Anderson-Darling	130.48997	<.0001*

Show	Distribution	AICc ^
<input checked="" type="checkbox"/>	SHASH	-146180.1
<input type="checkbox"/>	Normal 2 Mixture	9527.3491
<input type="checkbox"/>	Normal 3 Mixture	9528.274
<input type="checkbox"/>	Johnson Su	10688.65
<input type="checkbox"/>	Cauchy	10743.684
<input type="checkbox"/>	Normal	11779.05
<input type="checkbox"/>	Weibull	11788.508
<input type="checkbox"/>	Gamma	11849.986
<input type="checkbox"/>	Lognormal	11888.591
<input type="checkbox"/>	Exponential	20517.402

Lag	AutoCorr
0	1.0000
1	0.2825
2	0.1687
3	0.0900
4	0.0801
5	0.0781
6	0.0609
7	0.0425
8	0.0591
9	0.0000
10	0.0265
11	0.0123
12	0.0284
13	0.0458
14	-0.0230
15	-0.0126
16	0.0008
17	0.0179
18	0.0416
19	0.0234
20	-0.0148
21	0.0135
22	0.0015
23	-0.0467
24	0.0068
25	0.0298

Total Samples	Out of Control	Alarm Rate
1337	0	0.775072

Warnings tested: Test Beyond Limits

```

76 dt_Smry:ZoneA << formula(
77     If(
78         Mean < UCL & Mean > CL + (UCL - CL) * (2/3), 1, 0
79     )
80 );
81 dt_Smry << New Column( "Sum for ZoneA",
82     Formula( Col Sum( dt_Smry:ZoneA ) )
83 );
84 dt_New:ZoneA Rate[i] = dt_Smry:Sum for ZoneA[1] / dt_New:n Subg[i];
85
    
```

KOREA 2020



Review Control Charts

- 다수의 공정 관리 항목에 대한 관리도 검토 결과를 정리된 Data Table 생성

Sample01 - JMP Pro

LOT ID	Y1	Y2	Y3	Y4	
1	185358	137	100.2	0.460	0.44
2	185358	137	101.6	0.245	0.745
3	185358	137	100.8	0.881	0.672
4	275734	142	100.7	0.456	1.326
5	275734	141	101.2	0.297	1.493
6	275734	141.5	100.8	0.872	0.995
7	105770	137	99.8	0.661	1.099
8	105770	120	99.1	2.966	0.911
9	105770	128.5	99.9	2.673	0.811
10	275720	141	100.1	0.240	1.366
11	275720	141	98.1	2.938	1.727
12	275720	141	99.8	2.038	1.276
13	155275	144	99.6	1.427	0.785
14	155275	144	98.7	0.017	1.129
15	155275	144	100.9	1.309	1.173
16					

Review Control Charts - JMP Pro

VarName	Mean	SD	n Subg	ACF	AD	PValue	Alarm Rate	ARL0	Zone A Rate	Distribution
1 Y1	140.652018	7.9272722	1725	0.2825	0.83	0.0000	0.7751	1.3	0.1078	SHASH
2 Y2	99.9877035	1.00384678	1725	0.0386	1.00	0.7249	0.0029	345.0	0.0203	Lognormal
3 Y3	0.99821142	0.99952269	1725	-0.015	0.93	0.0000	0.0180	55.6	0.0348	Gamma
4 Y4	1.23024819	0.34215068	1725	0.2818	1.00	0.0126	0.0899	11.1	0.1009	Normal 3 ...

KOREA 2020

DISCOVERY
SUMMIT

ONLINE

Thank You

