구간 데이터에 대한 신뢰성 척도 산정 절차
- Computation Procedures of Reliability Measures for Interval Data -

최 성 운 *
Choi Sung Woon

Abstract

This paper is to propose two computation procedures of reliability measures for large interval data. First method is efficient to verify the relationship among four reliability measures such as $F(t)$, $R(t)$, $f(t)$ and $\lambda(t)$. Another method is effective to interpret the concept of various reliability measures. This study is also to reinterpret and recompute the errors of four reliability measures discovered in the reliability textbooks. Various numerical examples are presented to illustrate the application of two proposed procedures.

Keywords : Reliability Measures, Computation Procedures, Relationship, Interpretation

1. 서 론

정적(Static) 인 관점에서 규격(Specification : 스펙, 시방, 사양, 제원, 명세)을 벗어나는 불량(Defective, Nonconforming Unit : 부적합품)이나 결점(Defects, Nonconformances, Nonconformities : 부적합)을 제거하려는 품질(Quality)개선 활동[7] 에서는 신뢰성(Reliability) 활동에 비해 비교적 많은 데이터를 손쉽게 얻을 수 있다. 따라서 계량형 데이터인 경우 모평균은 정규분포, t분포, 모분산의 경우는 χ^2분포, F분포를 이용한다.

계수형 데이터인 경우 모불량은 계산의 효율성 관점에서 초기하 분포, 이항분포, 포아송분포를 선택적으로 이용하며, 모결점은 포아송 분포를 사용하나 일정조건을 만족할 경우 정규근사로 문제를 해결한다.

* 경원대학교 산업공학과 교수

2007년 3월 접수; 2007년 4월 수정본 접수; 2007년 4월 게재확정

품질개선 활동에서는 정규분포가 중요한 역할을 하게 되며 신제품, 개량형 제품인 경우 정규분포의 확률 밀도함수(pdf : Probability Density Function)를 도수분포표(Frequency Distribution Table)나 히스토그램(Histogram)을 이용하여 정규성 검정(Normality Test)으로 $f(x)$분포의 적합도를 확인한다. 이 경우 $f(x)$는 전체 데이터와 각 구간 데이터와의 비율인 상대도수(Relative Frequency)의 개념이며 히스토그램의 막대그래프를 붙여주기 위해 구간값은 원 데이터보다 한자리 아래까지 잡아준다. 이 경우 x는 확률 변수(Random Variable)로 특성값, 불량, 결점이 된다.

그러나 고객의 다양한 사용조건에서 보증된 내용수명(Useful Life)동안 규격이 고장(Failure)나거나 클레임(Claim)이 발생되지 않게 하기 위해서는 제품의 개발, 생산, 사용, 폐기까지의 생애관리(Life Cycle Management)를 추구하는 동적(Dynamic)인 관점에서의 신뢰성(Reliability) 개선 활동을 수행해야 한다.[7] 품질과 달리 신뢰성에서는 확률변수가 수명(시간, 사용횟수, 사이클, 주행거리) t가 되며 신뢰성 분포를 알고 있다고 가정하는 경우 고장 확률 밀도함수(pdf) $f(t)$를 파악하고 있다는 것이다.

그러나 정적인 관점에서 비교적 많은 데이터를 취할 수 있는 품질개선 활동에서는 전 구간의 데이터로 $f(x)$를 손쉽게 확인할 수 있는 반면에 신뢰성개선 활동에서는 동적인 수명데이터를 구하는 것이 쉽지 않아 품질개선 활동과 같이 전 구간을 고려하는 $f(t)$를 활용하는 것이 비경제적이거나 실현불가능한 경우가 많다.

따라서 신뢰성개선 활동에서는 효율적인 관점에서의 다양한 신뢰성척도를 활용하며 모수적(Parametric)인 방법외에도 비모수적(Nonparametric)인 통계방법[4]을 사용한다. 신뢰성 척도는 고장 확률밀도함수 $f(t)$, 고장 누적분포함수(cdf : Cumulative Distribution Function), 불신뢰도 함수(Unreliability Function) $F(t)$, 신뢰도 함수 (Reliability Function) $R(t)$, 고장률 함수(Failure Rate Function, Hazard or Instantaneous Function) $\lambda(t)$ 등이 있다. 특정 구간말까지의 고장 또는 생존의 확률은 $F(t)$, $R(t)$로, 특정 구간초 또는 구간데이터의 고장 확률은 $f(t)$ (전 구간을 고려), $\lambda(t)$ (특정구간을 고려)로 표현된다.

따라서 구간 데이터에 대한 다양한 신뢰성 척도를 산정하고 신뢰성 분포의 적합도를 파악하고 싶은 경우 품질개선 활동의 도수분포표와 히스토그램 방식과는 다른 방법을 사용하여야 한다. 이렇듯 신뢰성 척도는 구간 설정에 따른 개념으로 네가지 척도를 하나의 구간으로 산정할 경우 척도간의 관계 공식 확인과 정확한 해석이 필수적이다.

그러나 현재 국내외에서 발행된 대부분의 신뢰성 관련 저서 [1-3, 5-6, 8]에서는 구간설정의 자의성으로 동일 구간에서 신뢰성 척도간의 관계 오류, 해석의 불명확성 등이 발견되었다. 심지어는 동일 데이터로 신뢰성 척도를 구하는 경우도 구간 데이터를 집계하는 방법에 따라 계산 오류가 발견되었다. 따라서 본 연구에서는 네가지 신뢰성 척도를 두가지의 구간 설정에 따른 산정절차를 제시하고 신뢰성척도간의 관계 공식의 확인에 따른 정확하고 통일된 해석을 신뢰성 관련 저서의 수치 예를 들어 수정, 제안한다.

2장에서는 신뢰성 분포를 아는 경우 신뢰성 척도의 개념 및 척도간의 공식관계를 파악하고 신뢰성 분포를 모르는 경우 구간 설정에 따른 두가지 신뢰성 산정절차를 제시한다. 3장에서는 국내외 신뢰성 관련 교재에서 발견된 신뢰성 척도간의 관계 오류,

해석의 불명확성 등을 본 연구에서 제안한 두가지 신뢰성 척도 산정절차를 다양한 수치예를 이용하여 수정, 재해석하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 신뢰성 척도 산정 절차

2.1 신뢰성 분포를 아는 경우

확률 분포(Probability Distribution)는 원 데이터의 불규칙한 산포(Dispersion)를 일정한 함수의 모양으로 표현한 것으로 신뢰성 척도에서는 고장 pdf $f(t)$를 나타낸다. $f(t)$는 전구간에서 t시간 고장나는 확률이며 고장 cdf 또는 불신뢰도 함수 $F(t)$ = $\int_0^t f(t)\mathrm{dt}$ 로서 전 구간에서 t시간까지 고장나는 확률이다. 신뢰도 함수 $R(t)$ = $\int_t^\infty f(t)dt = 1-F(t)$ 로서 전 구간에서 t 시간까지 생존하는 확률이다. 그러나 신뢰성에서는 수명데이터를 전 구간에서 구하는 것이 쉽지 않기 때문에 특정시점 또는 특정구간까지 생존한 것 중에서 t 시간째 고장나는 비율인 고장률 함수, 위험률 함수 또는 순간 고장률 함수 $\lambda(t) = \dfrac{f(t)}{R(t)}$를 데이터의 효율적인 관점에서 사용한다. $\lambda(t)$는 $f(t)$에 비해 제품이나 신뢰성의 전생애를 표현하는 데 있어 경제성(Economy), 명확성(Distinctiveness), 선형성(Linearity), 중첩성(Superposition) 등의 우월성을 지니고 있어 신뢰성 척도에서 가장 많이 사용되고 있다. 누적 고장률 함수 $H(t)$ = $\int_0^t \lambda(t)dt$로 표현되며 신뢰성 척도간의 주요 관계로는 $f(t) = \dfrac{dF(t)}{dt} = -\dfrac{dR(t)}{dt}$, $\mathrm{R(t)} = e^{-H(t)}$, $\lambda(t) = -\dfrac{dlnR(t)}{dt}$ 등으로 미분, 적분간의 연계 공식으로 표현이 가능하다.

2.2 신뢰성 분포를 모르는 경우

2.2.1 1개의 도수분포표를 사용하는 방법

1개의 도수분포표 즉 데이터 시트를 사용하는 경우는 $f(t)$, $\lambda(t)$ 관점에서의 구간별 집계보다는 $R(t)$, $F(t)$관점에서의 구간말 집계 방식과 신뢰성 척도 산정 공식을 적용하는 것이 좋다. 이 방법은 신뢰성 척도간의 연계 공식의 검증이 용이하나 도수 분포표가 구간말의 $R(t)$, $F(t)$ 중심으로 작성되어 있어 구간별의 $f(t)$, $\lambda(t)$의 해석에 있어 주의를 요한다. 해석의 용이성을 위해 2.2.2절에서는 2개의 도수분포표를 사용하는 방법을 제시한다.

1개의 도수분포표를 사용하여 신뢰성 척도를 구하는 방법은 다음 단계와 같다.

단계 1 : 로트(N)에서 샘플(n)을 채취하여 신뢰성 데이터를 수집한다.
도수분포표를 사용하는 경우 n≥50인 대표본(Large Sample)을 전제로 한다.

단계 2 : 모든 신뢰성 데이터가 포함될 때까지 일정 시간 간격 Δt를 증분하면서 수명 t 구간 말까지의 생존 개수 n(t)를 집계 한다. (표1의 1, 2열)

단계 3 : t 구간 말에서 집계된 $n(t)$에 의해 $n-n(t)$, $n(t)-n(t+\Delta t)$를 재계산하며 이는 각각 $R(t)$, $F(t)$, $f(t)$ 또는 $\lambda(t)$ 신뢰성 척도를 계산하기 위한 데이터이다. (표1의 3, 4열)

단계 4 : 단계 3의 데이터를 기본으로 다음의 공식에 의해 신뢰성 척도의 값을 구한다. (표1의 5, 6, 7, 8 열)

$$R(t) = \frac{n(t)}{n}$$

$$F(t) = \frac{n-n(t)}{n}$$

$$f(t) = \frac{n(t)-n(t+\Delta t)}{n \cdot \Delta t}$$

$$\lambda(t) = \frac{n(t)-n(t+\Delta t)}{n(t) \cdot \Delta t}$$

단계 5 : 계산된 신뢰성 척도 데이터의 검증을 위해 각 구간말 t에서의 $F(t) = 1 - R(t), \lambda(t) = \dfrac{f(t)}{R(t)}$의 연계 공식으로 확인한다. (표1의 5,6,7,8 열)

단계 6 : 이 방법은 t 구간말까지의 $R(t), F(t)$를 위한 도수분포표로 구간별 중심의 $f(t)$, $\lambda(t)$의 해석을 위해 $n(t)-n(t+\Delta t)$ 데이터 밑에 구간별 표시를 한다. (표 4열 괄호 부분)

위의 6단계에 대한 도수분포표는 <표 1>과 같다.

<표 1> 신뢰성 척도 산정 데이터 시트

t	$n(t)$	$n-n(t)$	$n(t)-n(t+\triangle t)$	$R(t)$	$F(t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
0	n	0	$(0\sim t_1)$	1.0	0.0		
t_1			$(t_1+1\sim t_2)$				
$t_2=t_1+\triangle t$			$(t_2+1\sim t_3)$				
$t_3=t_1+2\triangle$			$(t_3+1\sim t_4)$				

2.2.2 2개의 도수분포표를 사용하는 방법

2.2.1 절에서 사용된 신뢰성 척도 산정 방법은 구간말 중심의 $R(t)$, $F(t)$를 위한 용도로, $f(t)$, $\lambda(t)$의 해석을 위해서는 단계6과 같은 별도의 구간별 데이터 표시를 해주어야 한다. 따라서 신뢰성 척도계산의 관점보다 정확한 해석을 위해서는 2개의 별도의 도수분포표를 사용하는 것이 좋다.

2개의 도수분포표를 사용하여 신뢰성 척도를 구하는 방법은 다음 단계와 같다.

단계1 ~ 단계6 : 2.2.1절과 동일

단계7 : 표1에서 1열, 2열, 3열, 5열, 7열로 구간말의 $R(t)$, $F(t)$ 해석을 위한 도수분포표(<표 2>)를 재작성하며 또한 표1에서 4열, 7열, 8열로 구간별 $f(t)$, $\lambda(t)$ 해석을 위한 도수분포표(<표 3>)를 별도로 재작성한다.

<표 2> $R(t)$, $F(t)$ 도수분포표

t	$n(t)$	$n-n(t)$	$R(t)$	$F(t)$
0	n	0	1.0	0.0
t_1				
$t_2=t_1+\Delta t$				

<표 3> $f(t)$, $\lambda(t)$ 도수분포표

t	$n(t)-n(t+\Delta t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
$0\sim t_1$			
$t_1+1\sim t_2$			
$t_2+1\sim t_3$			

3. 수치 예

3.1 구간별 데이터시트에 의한 $R(t)$, $F(t)$ 해석 문제

Elsyed[8] p7-11에서 데이터는 구간별로 집계($n(t)-n(t+\Delta t)$)되어 2.2.1절의 단계 4에서 제시한 $f(t), \lambda(t)$공식에 의해 신뢰성 척도값을 구한 후 2.2.1절의 단계 5에서 제시한 검증공식 $R(t)=\dfrac{f(t)}{\lambda(t)}$, $F(t)=1-R(t)$를 사용하여 값을 구했다.

그러나 이 방법은 $R(t)$, $F(t)$의 개념을 이용한 공식이 아닌 단지 검증을 위한 계산용 공식으로 해석과 개념의 이해에서 문제의 소지가 있다. 실제 김 외[1] p17-18은 Elsyed[8] p7-11의 인용된 예제이나 구간별 데이터로 $R(t)$, $F(t)$ 신뢰성 척도 공식을 2.2.1절의 단계4와 같이 적용하면서 구간말까지의 생존수 n(t)와 구간말까지의 고장갯수 $n-n(t)$가 올바르게 계산되지 않으면서 계산오류가 발생하였다.

검증을 위한 계산용 공식으로 해석과 개념의 이해에서 문제의 소지가 있는 Elsyed[8] p7-11을 본 연구에서 제시한 2.2.1절의 방법을 사용한 결과는 <표 4>와 같다. 또한 $R(t)$, $F(t)$의 계산오류가 발견된 김 외 [1]의 수정된 신뢰성 척도값은 2.1.2절의 방법을 사용하면 <표 5>와 같으며 이런 오류를 피하기 위해서는 2.2.2절의 방법에 따른 <표 2>를 사용하는 것이 좋다.

<표 4> 수치예 1

t	$n(t)$	$n-n(t)$	$n(t)-n(t+\Delta t)$	$R(t)$	$F(t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
0	200	0	100 (0~1000)	1.0	0.0	5.0	5.0
1000	100	100	40 (1001~2000)	0.5	0.5	2.0	4.0
2000	60	140	20 (2001~3000)	0.3	0.7	1.0	3.33
3000	40	160	15 (3001~4000)	0.2	0.8	0.75	3.75
4000	25	175	10 (4001~5000)	0.125	0.875	0.5	4.0
5000	15	185	8 (5001~6000)	0.075	0.925	0.4	5.3
6000	7	193	7 (6001~7000)	0.035	0.965	0.35	10.0
7000	0	200	0 (7001~)	0.0	1.0	0	

<표 5> 수치예 2

t	$n(t)$	$n-n(t)$	김 외[1]		수정된 값	
			$R(t)$	$F(t)$	$R(t)$	$F(t)$
0 ~ 1000	200	0	0.5	0.5	1.0	0.0
1001 ~ 2000	100	100	0.3	0.7	0.5	0.5
2001 ~ 3000	60	140	0.2	0.8	0.3	0.7
3001 ~ 4000	40	160	0.125	0.875	0.2	0.8
4001 ~ 5000	25	175	0.075	0.925	0.125	0.875
5001 ~ 6000	15	180	0.035	0.965	0.075	0.925
6001 ~ 7000	7	193	0.0	1.0	0.035	0.965
7001 ~	0	200			0.0	1.0

Elsyed[8] p7-11과 같이 계산 검증용 신뢰성 척도로 사용된 Elsyed[8] p11-12를 2.2.1절의 방법을 사용하여 해석용 신뢰성 척도 도수분포표를 적용하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 수치예 3

t	$n(t)$	$n-n(t)$	$n(t)-n(t+\Delta t)$	$R(t)$	$F(t)$	$f(t)(10^{-4})$	$\lambda(t)(10^{-4})$
0	180	0	20 (0~150)	1.0	0.0	7.407	7.407
150	160	20	28 (151~300)	0.889	0.111	10.37	11.666
300	132	48	27 (301~450)	0.733	0.267	10.0	13.636
450	105	75	32 (451~600)	0.583	0.417	11.852	20.317
600	73	107	33 (601~750)	0.406	0.594	12.222	30.137
750	40	140	40 (750~900)	0.222	0.778	14.815	66.667
900	0	180	(901~)	0.0	1.0		

<표 7> 수치예 4

t	$n(t)$	$n-n(t)$	$n(t)-n(t+\Delta t)$	이[5], 김[2]				수정된 값			
				$R(t)$	$F(t)$	$f(t)$ (10^{-4})	$\lambda(t)$ (10^{-4})	$R(t)$	$F(t)$	$f(t)$ (10^{-4})	$\lambda(t)$ (10^{-4})
0	46	0	19 (0~20,000)	·	·	·	·	1.0	0.0	0.207	0.207
20,000	27	19	11 (20,001~40,000)	0.587	0.413	0.207	0.207	0.587	0.413	0.120	0.204
40,000	16	30	7 (40,001~600,000)	0.348	0.652	0.120	0.204	0.348	0.652	0.076	0.219
60,000	9	27	5 (600,001~80,000)	0.196	0.804	0.076	0.219	0.196	0.804	0.055	0.278
80,000	4	42	4 (80,001~100,000)	0.087	0.913	0.055	0.278	0.087	0.913	0.044	0.5
100,000	0	46	· (100,001~)	0.000	1.000	0.044	0.500	0.000	1.000	·	

3.2 구간표시오류로 인한 $F(t)$, $R(t)$, $\lambda(t)$간의 연계관계 불일치

이[5] p15-16과 인용된 김[2] p39에서 구간별 데이터 집계를 한 후 구간말 기준의 신뢰성 척도 계산을 실행함으로써 계산오류 및 해석에서도 문제가 발생되었다. 중복된 구간표시 오류로 인한 신뢰성 척도의 기준 시점의 혼선으로 $f(t)$, $\lambda(t)$에 오류가 발생되어 2.2.1절의 단계5에 의해 $\lambda(t)=\dfrac{f(t)}{R(t)}$을 검증해 보면 연계관계가 일치하지 않는다. 김 외[1] p17-18의 데이터 수집에서도 중복된 구간표시의 오류가 있었으며 이[5] p15-16과 인용된 김[2] p39의 오류를 2.2.1절의 방법을 사용하여 수정된 신뢰성 척도값은 표7과 같다. 마찬가지로 이[5] p17-18의 오류를 2.2.1절과 2.2.2절의 혼합방법을 사용하여 수정된 신뢰성 척도값은 <표 8>과 같다.

<표 8> 수치예 5

t	$n(t)-n(t+\Delta t)$	이[5]				수정된 값			
		$R(f)$	$F(t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$	$R(f)$	$F(t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
0~1	4	0.9556	0.0	0.0444	0.0444	1.0	0.0	0.0444	0.0444
1.1~2	21	0.7222	0.0444	0.2333	0.2442	0.9556	0.0444	0.2333	0.2442
2.1~3	30	0.3889	0.2778	0.3333	0.4615	0.7222	0.2778	0.3333	0.4615
3.1~4	25	0.1111	0.6111	0.2778	0.7143	0.3889	0.6111	0.2778	0.7143
4.1~5	8	0.0222	0.8889	0.0889	0.8000	0.1111	0.8889	0.0889	0.8000
5.1~6	2	0.0	0.9778	0.0222	1.0	0.0222	0.9778	0.0222	1.0
6.1~	·	·	·	·	·	0.0	1.0	·	·

3.3 구간말 데이터 시트에 의한 $f(t)$, $\lambda(t)$해석 문제

정 외[6] p25는 2.2.1에서 제시한 신뢰성 척도 산정 방법을 사용했으나 $f(t)$, $\lambda(t)$ 해석을 위해 구간별 데이터 시트에 의한 2.2.1절에서 제시한 표3의 방법을 적용하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 수치예 6

t	$n(t)-n(t+\Delta t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
0~1	6	0.06	0.06
1.1~2	19	0.19	0.20
2.1~3	42	0.42	0.56
3.1~4	24	0.24	0.76
4.1~5	7	0.07	0.78
5.1~6	2	0.02	1.0
6.1~7	·	·	·

3.4 1개의 데이터 시트에 의한 신뢰성 척도 표현

박[3] p103-106에서 2.2.2절의 2개의 도수분포표를 사용하여 신뢰성 척도를 구했으나 $F(t)$ 계산이 빠져 있어 이를 2.2.1절의 1개의 도수분포표를 사용하여 신뢰성 척도간의 연계공식에 의해 검증해 보면 표10과 같다.

<표 10> 수치예 7

t	$n(t)$	$n-n(t)$	$n(t)-n(t+\Delta t)$	$R(t)$	$F(t)$	$f(t)(10^{-4})$	$\lambda(t)(10^{-4})$
0	172	0	59 (0~1,000)	1.0	0.0	3.43	3.43
1,000	113	59	24 (1,001~2,000)	0.66	0.34	1.4	2.12
2,000	89	83	29 (2,001~3,000)	0.52	0.48	1.69	3.26
3,000	60	112	30 (3,001~4,000)	0.35	0.645	1.74	5.0
4,000	30	142	17 (4,001~5,000)	0.17	0.83	0.99	5.59
5,000	13	159	13 (5,001~6,000)	0.08	0.92	0.76	10.0
6,000	0	172	(6,001~)	0.0	1.0	·	·

4. 결 론

본 연구에서는 대표본($(n \geq 50)$)의 신뢰성 데이터를 구할 수 있는 경우 구간 데이터의 신뢰성 척도 산정절차 두가지 방법을 제시하였다.

첫번째 방법은 구간말 중심의 $R(t)$, $F(t)$ 위주로 $f(t)$,$\lambda(t)$의 계산을 수행하는 방법으로 1개의 도수분포표에 작성되고 상호연계공식을 사용하여 검증할 수 있는 효율적인 방법이나 $f(t)$,$\lambda(t)$의 해석에 주의를 요한다.

두번째 방법은 구간말 중심의 $R(t)$, $F(t)$와 구간별 중심의 $f(t)$, $\lambda(t)$의 2가지 도수분포표를 사용하는 방법으로 해석의 관점에서는 정확성을 확보할 수 있으나 척도간의 상호연계성에 의한 검증은 불편한 방법이다.

또한 제시된 2가지 신뢰성 척도 산정 절차로 국내외 신뢰성 교재의 수치예에서 발견된 계산오류와 해석의 불명확성을 수정, 재해석하였다.

5. 참 고 문 헌

[1] 김준홍 외, 신뢰성공학, 청문각, 2003.
[2] 김진규, 신뢰성공학, 한올출판사, 2004.
[3] 박경수, 신뢰도 및 보전공학, 영지문화사, 1999.
[4] 박동호 외, 수명분포 개념과 응용, 영지문화사, 2006.
[5] 이상용, 신뢰성공학, 형설출판사, 2003.
[6] 정해성 외, 신뢰성 시험분석평가, 영지출판사, 2005.
[7] 최성운, "신뢰성 척도 및 분포의 적용", 대한안전경영과학회지, 7(5)(2005) 175-184.
[8] Elsyed E.A., "Reliability Engineering", Addison Wesley Longman, Inc., 1996.

저 자 소 개

최 성 운 : 현 경원대학교 산업공학과 교수. 한양 대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 취득하고, 1994년 한국과학재단 지원으로 University of Minnesota에서 1년간 Post-Doc을 수행하였으며, 2002년부터 1년 8개월 동안 University of Washington에서 Visiting Professor를 역임하였음. 주요 관심분야는 경영품질시스템, 서비스 사이언스, 자동화 생산 및 장치 산업에서의 품질관리이며, 컴퓨터 · 정보통신시스템의 신뢰성 설계 및 분석, RFID 시스템에도 관심을 가지고 있음. swchoi@kyungwon.ac.kr

저 자 주 소

최 성 운 : 경기도 성남시 수정구 복정동 산65번지 경원대학교 산업정보시스템공학과