

## 신뢰도의 적정 파라미터 계산

최규식

건양대학교 의공학과

che@konyang.ac.kr

### Optimum Parameter Estimation of Software Reliability

Gyu Shik Che

BME Dept. of Konyang University

#### 1. 서론

본 논문에서는 각종 테스트노력을 가진 신뢰도 함수를 제안하여 MLE를 이용한 파라미터 추론방법을 구현하며, 신뢰도함수에서 목표신뢰도에 이르는 발행시각 결정방법을 제안하고, 이러한 방법에 의한 산출결과가 실제 현상과 얼마나 근사한가를 확인하기 위해 실례를 들어서 계산 및 고찰한다.

#### 2. 소프트웨어의 신뢰도

소프트웨어 신뢰도는 규정된 환경 하에서 주어진 시간에 소프트웨어를 결함 없이 운영할 수 있는 확률인 것으로 정의하며, 다음과 같이 조건확률로 표현할 수 있다.

$$R(x|s) = \Pr\{X_k > x | S_{k-1} = s\} \quad (2.1)$$

임의의  $t \geq 0$  과  $x > 0$ 에서

$$\Pr\{N(t+x) - N(t) = k\} = \frac{[m(t+x) - m(t)]^k}{k!} \cdot \exp\{-[m(t+x) - m(t)]\} \quad (2.2)$$

$$R(x|t) = \Pr\{N(t+x) - N(t) = 0\} = \exp\{-[m(t+x) - m(t)]\} = \exp[-a(1 - e^{-bx})e^{-bt}] = \exp[-m(x)e^{-bt}] \quad (2.3)$$

#### 3. 테스트 노력 함수

##### 3.1 평균치 함수 및 신뢰도

초기치를 고려한 누적 테스트 노력 함수를  $W^*(t)$ 로 가정하여 소프트웨어를 시각  $t$ 에서 발행하는 경우, 발견되는 누적 결함 분포는 평균치 함수

$$m(t+x) = a \cdot e^{-\gamma W^*(t)} \cdot (1 - e^{-\gamma W^*(x)}) + m(t) \quad (3.1)$$

$$R(x|t) = \exp[-m(t+x) + m(t)] = \exp[-a \cdot e^{-\gamma W^*(t)}(1 - e^{-\gamma W^*(x)})] \quad (3.2)$$

##### 3.2 웨이블형 테스트노력 함수

1) 지수함수형 곡선 :  $(0, t]$ 에서 신뢰도

$$R(x|t) = \exp[-a \cdot e^{-rN(1-e^{-\beta t})} \cdot (1 - e^{-rN(1-e^{-\beta x})})] \quad (3.3)$$

2) 레일레이형 곡선 : 신뢰도

$$R(x|t) = \exp[-a \cdot e^{-rN(1-e^{-\frac{\beta}{2}t^2})} \cdot (1 - e^{-rN(1-e^{-\frac{\beta}{2}x^2})})] \quad (3.4)$$

3) 웨이블형 곡선 : 신뢰도

$$R(x|t) = \exp[-a \cdot e^{-rN(1-e^{-\beta t^\alpha})} \cdot (1 - e^{-rN(1-e^{-\beta x^\alpha})})] \quad (3.5)$$

##### 3.3 로지스틱형 테스트노력 함수

$$R(x|t) = \exp[-a \cdot e^{-rN(\frac{1}{1+Ae^{-at}} - \frac{1}{1+A})} \cdot (1 - e^{-rN(\frac{1}{1+Ae^{-ax}} - \frac{1}{1+A})})] \quad (3.6)$$

##### 3.4 발행시각 결정

$$\exp\{-ae^{-\alpha\gamma(1-e^{-\beta t^\alpha})} \cdot [1 - e^{-\alpha\gamma(1-e^{-\beta x^\alpha})}]\} = R_o \quad (3.7)$$

$$T^* = \left\{ -\frac{1}{\beta} \ln \left[ 1 + \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \frac{\ln R_o}{\ln R(x|0)} \right] \right\}^{\frac{1}{\alpha}} \quad (3.8)$$

4. 파라미터의 산출법

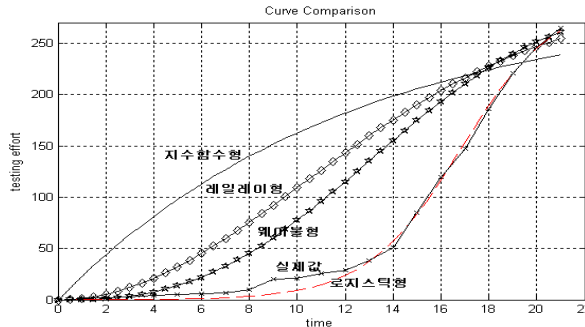
4.1 파라미터 산출법

$$S(N, A, a) = \sum_{k=1}^n [W_k - W(t_k)]^2 \tag{4.1}$$

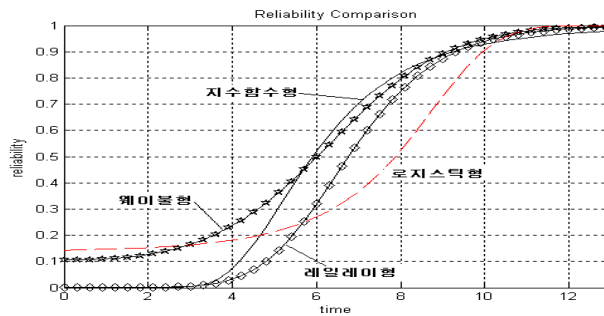
$$\Pr \{N(t_k) - N(t_{k-1}) = m_k - m_{k-1}\} = \frac{\{m(t_k) - m(t_{k-1})\}^{m_k - m_{k-1}}}{(m_k - m_{k-1})!} \cdot e^{-m(t_k) + m(t_{k-1})} \tag{4.2}$$

4.2 적용 예

4가지 경우의 테스트 노력 곡선에 대한 계수를 구하여 실제 관측된 데이터 곡선과 비교하였다.



이러한 각종 파라미터에 의한 테스트노력곡선을 이용하여 각 경우의 신뢰도 성장 곡선을 그리면 그림 4.2와 같다. 단, 여기에서 목표신뢰도  $R_0=0.95$ , 경과시간  $x=1$ 로 가정하였다.



참고문헌

[1] C. V. Ramamoorthy, F. B. Bastani, "Software reliability - Status and perspectives", IEEE Trans. on Software Eng., vol. SE-8, pp354-371, 1982 Aug.  
 [2] S. Yamada, H. Ohtera, H. Narihisa, "Software reliability growth models with testing- efforts", IEEE Trans. Reliability, vol. R-35, pp19-23, 1986 Apr.  
 [3] Michael A. Friedman, Jeffrey M. Voas, " Software Assessment : Reliability, Safety, Testability", John Wiley & Sons, Inc., pp199-204, 1995  
 [4] Syed A. Hossain, Ram C. Dahiya, " Estimating the Parameters of a Non-homogeneous Poisson-Process Model for Software Reliability", IEEE Trans. Reliability, vol. 42, no.4, pp604-612, 1993 Dec.  
 [5] Peter Spreij, " Parameter Estimation for a Specific Software Reliability Model", IEEE Trans. on Reliability, vol. R-34, no. 4, pp323-332, 1985.Oct  
 [6] Tapan Kumar Nayak, " Software Reliability:Statiscal Modeling & Estimation", IEEE Trans. on Reliability, vol. R-35, no.5, pp566-570, 1986 Dec.  
 [7] S. Yamada, J. Hishitani, S. Osaki, "Software - Reliability Growth with a Weibull Test-Effort : A Model & Application", IEEE Trans. Reliability, vol. 42, no.1, pp100-106, 1993 March  
 [8] S. Yamada, S. Osaki, "Cost-reliability optimal release policies for software systems", IEEE Trans. on Reliability, vol. R-34, 1985 Dec., pp422-424