

# 웨이블테스트 소프트웨어의 발행시기 결정

최규식(건양대학교 정보전자통신공학부)

김종기(건양대학교 첨단과학부)

장윤승(건양대학교 정보전자통신공학부)

## 요 약

본 논문에서는 소프트웨어의 신뢰도에 대한 정의를 하고, 테스트 시간의 경과와 신뢰도와의 관계, 결함 수정 후 경과되는 시간과 신뢰도와의 관계를 연구한다. 소프트웨어의 비용을 고찰함에 있어서 조건별로 검토하여 비용이 최소로 되는 발행시각을 결정한다. 목표신뢰도 입장에서 발행시각을 결정함에 있어서 개발 후 테스트를 시작하기 전의 신뢰도의 조건에 따른 최적발행시각을 정한다.

## 1. 서론

소프트웨어 개발에서 중요한 문제는 개발된 소프트웨어의 테스트를 언제 중단하여 발행할 것이냐를 결정하는 것이다. 이 발행시기를 결정하는 적절한 방법중의 하나는 개발 후 테스트중인 소프트웨어의 결함수를 예측할 수 있는 방법론을 확립하여, 이 방법에 의해 테스트 단계에서 소프트웨어 내의 결함을 검출하여 줄임으로써 목표신뢰도를 만족하도록 하고, 개발비 및 발행 전후에 발생하는 테스트비용을 합친 총 비용을 가능한 한 최소화시킬 수 있는 방안이 무엇인가를 연구하여 종합적으로 개발 소프트웨어의 발행시기를 결정하는 것이다.

본 논문에서는 지금까지 연구된 비용과 신뢰도에 대한 두 개의 기준을 동시에 고려하여 발행시기를 결정하는 최적발행정책에 대해서 연구한다. 연구방법으로서 소프트웨어 신뢰도를 고려하여 목표신뢰도를 만족시키면서 발행시기를 결정하는 방법과 총비용이 최저로 되는 발행시점을 결정하는 방법을 동시에 연구하여 최적발행시기를 어떻게 결정하는 것이 합리적인가를 고찰한다.

## 2. 소프트웨어의 신뢰도

소프트웨어 신뢰도는 규정된 환경 하에서 주어진 시간에 소프트웨어를 결함 없이 운영할 수 있는 확률인 것으로 정의한다.

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

식(1)의 시간간격  $X_k$ 가 소프트웨어의 테스트로서 테스트중이고 테스트공정이 NHPP를 따른다면 NHPP의 표준 이론으로부터

$$\Pr\{N(t+x) - N(t) = k\} = \frac{[m(t+x) - m(t)]^k}{k!} \exp\{-[m(t+x) - m(t)]\} \quad (2)$$

이므로, 식(1)의 신뢰도는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$R(x) = \Pr\{N(t+x) - N(t) = 0\} = \exp[-m(x)e^{-bx}] \quad (3)$$

## 3. 소프트웨어의 수정 비용

총 비용은 테스트기간중의 결함 수정 비용, 운영기간중의 결함 수정 비용, 테스트기간중의 테스트 비용을 합한 값이 된다.

$$C(T) = c_1 m_1(T) + c_2 \{m_2(T_{LC}) - m_1(T)\} + c_3 T$$

$$= c_1 a(1 - e^{-b_1 T}) + c_2 a e^{-b_1 T} (1 - e^{-b_2(T_{LC} - T)}) + c_3 T \quad (4a)$$

최적 소프트웨어 발행시각은 전체 평균 소프트웨어 비용을 최소로 하는 테스트시간이다.

$$(c_1 - c_2) a b_1 e^{-b_1 T} + c_2 a (b_1 - b_2) e^{-b_2 T_{LC}} e^{-(b_1 - b_2) T} + c_3 = 0$$

특별히  $b_1 = b_2 = b$ 인 경우, 상기식이 단순화되어 이 때 식(4a)는

$$C(T) = c_1 m(T) + c_2 \{m(T_{LC}) - m(T)\} + c_3 T \quad (4b)$$

이므로 다음과 같다.

$$T_1 = -\frac{1}{b} \ln \frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} \quad (5)$$

마찬가지로, 유사한 해법이 존재하여 신뢰도를 요건에 최근접시키는 유일한 시각이 존재한다. 최적 소프트웨어 발행시각은 미리 규정된 소프트웨어 목표신뢰도를 만족시키는 최근접이 되는 시각이다.

$$T_2 = \frac{1}{b_1} [\ln m(x) - \ln(\ln \frac{1}{R_0})] \quad (6a)$$

단,  $R_0$ 는 개발 소프트웨어가 추구하는 목표신뢰도이다.  $T_2$ 의 값이 커질수록 신뢰도가 성장된다. 특히,  $b_1 = b_2 = b$ 인 경우는 단순화되어

$$T_2 = \frac{1}{b} \left\{ \ln \frac{m(x)}{\ln \frac{1}{R_0}} \right\} \quad (6b)$$

로 된다.

## 4. 비용-신뢰도 최적 발행

소프트웨어 테스트로부터 구한 소프트웨어의 신뢰도를 어떤 규정치로 유지하는 제한 하에 전체 평균 소프트웨어의 비용을 최소로 하는 최적 소프트웨어 발행정책에 대해서 고려하기로 한다.

이러한 방법으로 하여 비용-신뢰도 최적 소프트웨어 발행시각에 대한 해를 구할 수 있다.

$$T^* = \max \{ T_1, T_2 \} \quad (7)$$

### 4.1 비용을 고려한 발행시각

비용면에서 식(5)로부터

$$1) \quad 1 > \frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} > \frac{1}{d}$$

에서 양의 유일 해  $T^* = T_1$ 이 존재한다.

$$2) \quad \frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} > 1 \text{ 이면 } T_1 < 0 \text{ 이므로 } T^* = T_1 = 0 \text{ 이다.}$$

$$3) \quad \frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} < \frac{1}{d} \text{ 이면 } T_1 > T_{LC} \text{ 이므로 } T^* = T_1 = T_{LC} \text{ 이다.}$$

### 4.2 목표신뢰도를 고려한 발행시각

목표신뢰도 면에서 식(6)으로부터

- 1)  $R_0 > R(x_0) > R_0^d$ 에서 양의 유일 해  $T^* = T_2$ 가 존재한다.
- 2)  $R(x_0) > R_0$ 이면  $T_2 < 0$ 이므로  $T^* = T_2 = 0$ 이다.
- 3)  $R(x_0) < R_0^d$ 이면  $T_2 > T_{LC}$ 이므로  $T^* = T_2 = T_{LC}$ 이다

## 5. 결론

소프트웨어의 신뢰도에 대한 정의를 하고, 테스트 시간의 경과와 신뢰도와의 관계, 결함 수정 후 경과되는 시간과 신뢰도와의 관계를 연구하였다. 소프트웨어의 수정비용을 고찰함에 있어서 테스트 기간중의 결함 수정 비용, 운영 기간중의 결함 수정 비용, 테스트 기간중의 테스트 비용으로 세분하여 검토한 후 이들을 결합하여 비용이 최소로 되는 시점을 발행시각으로 검토하였다. 목표신뢰도 입장에서 발행시각을 결정함에 있어서 개발 후 테스트를 시작하기 전의 신뢰도  $R(x_0)$ 가 어떠한 조건에 있는가를 검토하여 각 조건에 따른 최적 발행시각을 결정하였다. 비용의 입장에서 발행시각을 결정하는 문제와 신뢰도의 입장에서 발행시각을 결정하는 문제를 동시에 고려하여 최적 발행시각을 결정하도록 하였으며, 각각의 조건 및 한계를 연구하였다. 비용면에서 볼 때 그 조

건은  $\frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} > 1$ ,  $1 > \frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} > \frac{1}{d}$ ,  $\frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} < \frac{1}{d}$  이고, 목표신뢰도면에서는  $R(x_0) > R_0$ ,

$R_0 > R(x_0) > R_0^d$ ,  $R(x_0) < R_0^d$ 이다. 이 중에서 가장 이상적인 경우는 비용면에서  $1 > \frac{c_3}{ab(c_2 - c_1)} > \frac{1}{d}$  이고 목표신뢰도면에서  $R_0 > R(x_0) > R_0^d$ 인 경우이다.

Acknowledgement		
본	연구는	한국과학재단
		목적기초연구
(2000-2-30300-001-2) 지원으로 수행되었음		

### 참고문헌

- [1] K. Okumoto, A. L. Goel, "Optimum release time for software systems based on reliability and cost criteria", J. System software, vol. 1, 1980, pp315-318
- [2] S. Yamada, S. Osaki, "Cost-reliability optimal release policies for software systems", IEEE Trans. on Reliability, vol. R-34, 1985 Dec., pp422-424
- [3] Rong-Huei Hou, Sy-Yen Kuo, Yi-Ping Chang, "Optimal release policy for hyper-geometric distribution software-reliability growth model", IEEE Trans. on Reliability, vol.45, 1996 Dec., pp646-651

영문 제목 - Optimum Release of Software with Weibull Uniform Testing Efforts

영문 요약 - The software reliability is defined, and the relations between testing time and reliability and between duration following failure fixing and reliability are studied in this paper. The release time making the testing cost to be minimum is determined through studying the cost for each condition. Also, the release time is determined depending on the conditions of the first reliability, considering the specified reliability. The optimum release time is determined by simultaneously studying two optimum release time issues that determine both the cost related time and the specified reliability related time.

**key words** : SRGM, NHPP, 평균치 함수, 목표 신뢰도, 결함 검출, 최적 발행시각

영문 저자 - Che Gyu Shik, Kim Jong KI, Chang Yeun Seung