

# A study for the reduction of the SW reliability test time and human errors using the SW reliability test automation

Hyoung-Kweon Kim\*

## Abstract

In this paper, we propose a way to reduce the SW reliability test time and human errors by utilizing the Lean Six Sigma methodology as a troubleshooting tool. Recently, SW technology is rapidly changing and the importance of SW management has been recognized. Accordingly, the SW reliable test for the SW development outcomes in one of the methods for SW quality improvement is required. However, it consumes a lot of development costs, has the time constraints and human errors in SW reliable test, so, it is difficult to meet the requirements for SW test.

▶ Keyword : lean 6 sigma, reliability test, human error

## I. Introduction

기존에는 HW 중심의 개발관리와 품질보증 활동으로 상대적으로 SW에 대한 관리가 미흡하였으나, SW 기술이 급변하는 현 시점에서는 SW 관리의 중요성이 부각되어 SW 품질향상을 위한 제도 개선의 일환으로 개발 산출물에 대한 SW 신뢰성 시험수행이 요구되고 있다. 하지만, SW 개발 및 제품시험의 특성상 빈번한 SW의 수정과 그에 따른 기능 만족성을 재검증하기 위해 수행되는 회귀시험 등으로 인해 품질향상을 위해 요구되어지는 SW 신뢰성 시험을 수행할 시간적 여건이 부족한 실정이며, 여러 차례의 SW 신뢰성 시험을 수행하면서 개발자의 피로도가 증가되고 개발자의 신뢰성 시험 전문성 부족으로 인해 인적오류가 다소 발생하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 통계적 기법을 사용한 품질개선 혁신활동인 린6시그마 방법론을 활용하여 SW 신뢰성 시험을 수행하는데 있어서 발생하는 이러한 문제들에 대한 원인파악 및 해결방법을 도출한 후, SW 신뢰성 시험시간을 단축하고 인적오류를 감소할 수 있는 최적화된 방

안을 제안하고자 한다.

II장에서는 SW 신뢰성시험에서 발생하는 문제점과 본 연구의 필요성에 대해 서술하였다.

III장에서는 문제해결 방법론인 린6시그마의 논리적 문제해결 프로세스를 통해 문제에 대한 정의, 측정, 원인을 분석하고 이를 해결하기 위한 방안을 제시하였다.

IV장에서는 연구결과에 대해 요약하고 향후 연구방향에 대해 정리하였다.

## II. Preliminaries

### 1. 기존 SW 신뢰성 시험에서의 문제점

기존에는 SW 신뢰성 시험을 수행함에 있어서 투입되는 비용, 시간적 제약 및 개발자의 숙련도에 따른 인적오류 등이 발생하고 있고, 오류에 대한 피드백 및 재시험 시간이 많이 소요됨으로 인해 SW 신뢰성 시험요구조건을 충족하는데 어려움이 발생되고 있다.

\*First Author: Hyoung-Kweon Kim, Corresponding Author: Hyoung-Kweon Kim

\*Hyoung-Kweon Kim(kim6588@knu.ac.kr), Samsung Thales Co. Graduate School of Electronics Engineering, Kyungpook National University

Received: 2015. 07. 31, Revised: 2015. 08. 18, Accepted: 2015. 09. 30.

This paper will expand the paper ("A study for the reduction of the SW reliability test time and human errors using Lean 6 sigma") presented at the 52nd Summer Conference Korea Society of Computer and Information 2015.

### 2. 연구의 필요성

양질의 SW를 생산하기 위해서는 원론적으로는 SW가 수정 될 때마다 SW 신뢰성시험을 수행하여야 한다. 그러나, 투입인력 및 시간적 제약으로 인해 수정시마다 SW 신뢰성시험을 수행하지 못하고 배포단계에서만 수행되고 있는 실정이며, 이러한 SW 신뢰성시험 시간을 단축하고 인적오류를 감소시키는 방안을 마련하여 다 차례의 SW 신뢰성시험을 수행함으로써 SW 품질확보 및 SW 생산성을 증대시킬 수 있다. Table 1은 기 개발중인 대상 프로젝트에서 고급기술자 기준으로 측정된 SW 신뢰성시험시간, 인적오류율이다.

Table 1. Static test time and human error rate

Category	Current level measurements
Test time(H)	2,000,000Line×30Min[10,000Line]=100Hours
Human Error(%)	10%

## III. The Proposed Scheme

본 논문에서 제안하는 방안을 도출하기 위해 이용하는 린6 시그마는 DMAIC의 상위 다섯 단계로 나누어지며, 각 상위 단계는 하부에 3개의 Step으로 구성되어 총 15개의 Step으로 진행된다.

### 1. Define 단계(D)

Define 단계는 해결해야 하는 문제에 대한 프로젝트를 선정하고 프로젝트의 목표와 범위를 정의하는 단계로써, Step1. 프로젝트 선정, Step2. 프로젝트 정의, Step3. 프로젝트 승인의 3 단계로 진행된다. 프로젝트 선정 단계에서는 VOC(Voice Of Customer), VOB(Voice Of Business), VOP(Voice Of Process) 등을 분석하여 본 과제 선정에 대한 배경 및 문제인식을 통해 CTQ(Critical To Quality)를 식별하였다. 프로젝트 정의 단계에서는 Fig.1과 같이 상위 프로세스맵(SIPOC)을 활용하여 본 과제에 대한 목표와 범위를 정의하였으며 이를 통한 기대효과를 분석하였다.

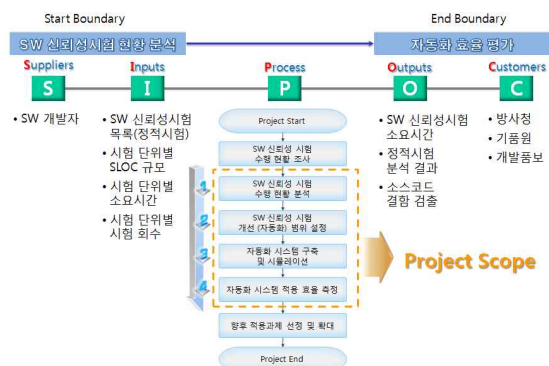


Fig. 1. The project scope - Process Mapping(SIPOC)

또한, Fig.2와 같이 프로젝트 승인 단계 이전에 본 과제를 수행함에 있어서의 Risk 분석 및 감소 방안을 수립하였다.

Risk	Impact	Occu.	Score	문제점
• 정적시험 자동화 도구 개발에 따른 개발인력 및 유지보수인력 확보	5	3	15	자동화 도구 개발인력 및 유지보수인력 미 확보로 인한 개발자의 추가적인 업무 발생
• 정적시험 중 실행시간오류 시험수행에 대한 세부 지침 부재(From 방사성)	3	3	9	실행시간오류 시험에 대한 개략적 지침만 존재하여 세부 시험케이스 설정이 어려움(다수의 시험케이스 수행 시 시험시간 과다 소요)
• 정적시험 인력 및 시간 부족	5	5	25	한 개발자가 다양한 사업의 개발 참여로 인해 각 과제별 시험인력/시험시간 부족 현상 발생



Risk	Impact	Occu.	Score	대책	담당자	완료일정
• 정적시험 자동화 도구 개발에 따른 개발인력 및 유지보수인력 확보	5	2	10	• 개발인력/유지보수인력 확보 • 자동화도구 지속적 유지관리	김덕경 이동배	06.07
• 정적시험 중 실행시간오류 시험수행에 대한 세부 지침 부재(From 방사성)	3	2	6	• 방사성 협의를 통한 세부적인 사내 정적시험 수행 지침 수립 (CWE-659 1차적 데일리얼 적용)	김덕경	08.30
• 정적시험 인력 및 시간 부족	5	3	15	• 자동화를 통한 시험시간 단축 (자동화 도구 개발도구 지원 수행) • 정적시험 교육으로 역량 강화	이동배	08.30

Fig. 2. Risk analysis and reduction method

Define 단계에서는 본 과제의 선정배경, 문제인식, 목표수립, 기대효과 등을 정의하고 Risk 분석/감소방안을 수립하였다.

### 2. Measure 단계(M)

Measure 단계는 측정가능한 핵심성과지표 Y's를 선정하고 Y's의 현수준 파악 및 Y's에 영향을 미치는 잠재인자 X's를 우선순위화하는 단계로써, Step4. Y's 확인, Step5. 현수준 파악, Step6. 잠재 X's 발굴의 3단계로 진행된다. Y's 확인 단계에서는 본 과제의 핵심성과지표 Y's로 Define 단계에서 식별된 CTQ를 구체적으로 지표화하기 위해 SW 신뢰성시험 투입시간(Y1)과 데이터분석 인적오류율(Y2)을 선정하였으며, 기 개발중인 대상 프로젝트를 기준으로 Y's에 대한 성과기준을 설정하였고, Y's에 대한 운영정의로써 SW 신뢰성시험 투입시간(Y1)은 소스코드 SLOC 1만 라인당 정적시험 수행 평균시간을 측정하는 것으로 설정하였으며, 데이터분석 인적오류율(Y2)은 정적시험도구 오류설정 및 기준 미반영에 의한 인적 오류율을 측정하는 것으로 설정하였다. 현수준 파악 단계에서는 선정한 Y's에 대한 데이터 수집계획을 수립 후 산출된 데이터를 이용하여 Fig.3과 같이 정량적/기술적 분석을 수행하였으며 Fig.4와 같이 현 수준의 시그마 수준을 산정하였다. 정규성 검정, 통계량 측정을 위해 6시그마에서의 측정도구인 미니탭을 활용하여 산출된 각 Y's 데이터를 입력 후 정규분포 그래프 및 기술통계량을 산출하고 측정된 데이터의 분포 형태를 파악하여 데이터의 분포형태가 기준값과 얼마나 근접하여 선형성을 가지고 있는지 및 좌우대칭인 가우스 곡선을 나타내는지를 파악한 결과 정규분포를 가짐을 알 수 있다. 참고로, 6시그마에서는 p-value 값이 0.05보다 클 경우 정규분포를 가진다고 판단하며, 공정능력인 시그마 수준값 Zst를 산출할때는 장기공정능력 Zlt값에 장기 변동 Zshift값인 1.5시그마를 합하여 그 값을 산출한다.

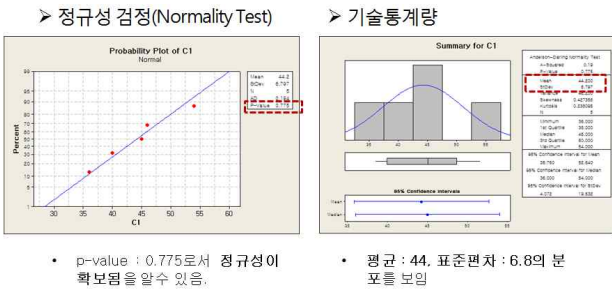


Fig. 3. Result of the quantitative and technical analysis

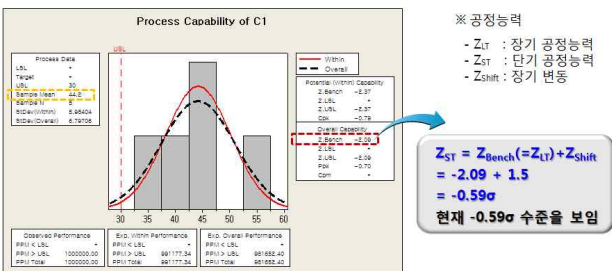


Fig. 4. Result of current sigma level measurement

잠재 X's 발굴 단계에서는 Fig.5 및 Fig.6과 같이 특성요인도(C&E Diagram)를 활용하여 Y에 영향을 미치는 잠재 X's 인자들을 식별하였다.

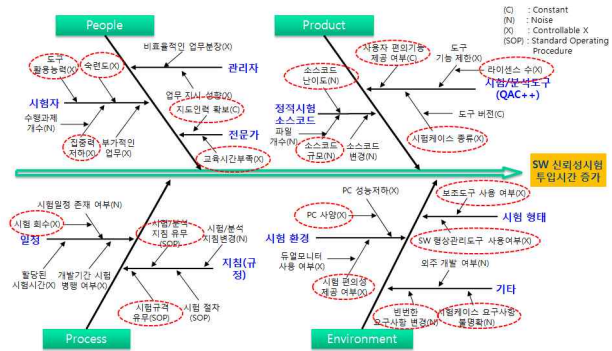


Fig. 5. Y1 Cause analysis

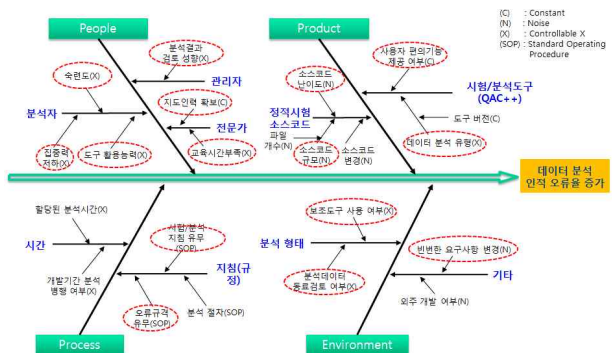


Fig. 6. Y2 Cause analysis

X's 인자들을 발굴한 후 Fig.7과 같이 기능전개매트릭스(FDM)를 활용하여 잠재 X's의 우선순위를 선정하였다.

기능 전개 매트릭스 (FDM)  
프로젝트: 원천 전후배계 SW 신뢰성 시험시간 단축 human error 감소  
일자: 2014.04.17

프로젝트 X (XPV)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	점수	기준수	%능력지수
1. 운영도(N)	10	10									170	8.26%	8.26%
2. 보조도구 사용 여부(N)	7	9									133	6.48%	14.23%
3. 소스코드 난이도(N)	7	9									133	6.48%	27.63%
4. 소스코드 난이도(N)	7	8									129	6.27%	32.60%
5. 도구 활용능력(N)	8	7									126	6.12%	40.02%
6. 사용자 편의기능 제공 여부(C)	7	8									116	5.63%	45.65%
7. 시험/분석 자료 공유(SOP)	8	8									112	5.44%	51.65%
8. 반복할 요구사항 변경(N)	7	8									109	5.29%	56.39%
9. 교육시간 부족(N)	6	7									100	4.85%	61.24%
10. 라이브러리 수(N)	10	10									90	4.37%	65.81%
11. 시험 환경(N)	5	5									85	4.13%	69.74%
12. 자동화된 환경(C)	5	5									80	3.89%	73.63%
13. SW 할당관리도구 사용여부(N)	8	8									80	3.89%	77.51%
14. 시험케이스 종류(N)	6	9									53	2.55%	82.97%
15. 시험 편의성 제공 여부(N)	6	8									60	2.91%	83.48%
16. 시험규격 공유(SOP)	9	9									60	2.91%	86.46%
17. 시험케이스 요구사항 변경(N)	6	6									60	2.91%	90.32%
18. 검증 계획(N)	4	2									54	2.62%	91.54%
19. 운영규격 공유(SOP)	7	7									49	2.38%	94.32%
20. 데이터 분석 유효성(N)	4	4									42	2.04%	96.36%
21. PC 사양(N)	4	4									40	1.94%	98.30%
22. 분석결과 검토 방법(N)	5	5									35	1.70%	100.00%

Fig. 7. Prioritization of the potential X's (FDM)

Measure 단계에서는 측정가능한 Y's 지표로 SW 신뢰성 시험 투입시간과 데이터분석 인적오류율을 선정하고, Y's의 현수준을 파악하였으며, Y에 영향을 주는 X 인자들을 특성요인도를 통해 도출하였고, FDM을 통해 숙련도, 보조도구사용 여부, 소스코드규모, 소스코드난이도 등 발굴된 잠재 X's를 우선순위에 하였다.

### 3. Analysis 단계(A)

Analysis 단계는 잠재원인변수(X's)의 우선순위에 따라 데이터를 수집하고 분석하여 개선단계에서 실행할 주요 Vital Few X's를 결정하는 단계로써, Step7. 데이터 수집, Step8. 데이터 분석, Step9. Vital Few X's 선정 단계로 진행된다. 데이터 수집단계에서는 발굴된 잠재 X's와 핵심성과지표 Y's와의 관계를 Fig.8과 같이 도출 및 분석인자(X's)에 대한 데이터 수집계획을 수립하였다.

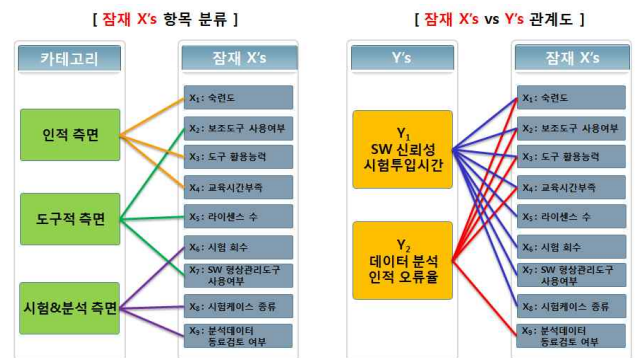


Fig. 8. Relationship of prioritized potential X's and Y's

데이터 분석 단계에서는 데이터 수집계획에 따라, 2-sample t, 2-proportion, ANOVA, 산점도를 활용한 상관회귀분석, 전문가 인터뷰 및 벤치마킹 등의 분석도구를 활용하여 각 분석인자(X's)별 수집한 데이터에 대한 정량적 및 정성적 분석을 수행하였으며, Vital Few X's 선정단계에서는 앞서 수행한 데이터 분석결과를 기반으로 Fig.9와 같이 핵심인자들을 선정하였다.

부가적으로 2-sample t는 계량형 데이터 중 등분산성을 가진 2개의 모집단에 대한 평균을 검증하기 위해 사용되었고, 2-proportion은 계수형 데이터로 구성된 2개의 모집단에 대한 비율을 검증하기 위해 사용되었으며, ANOVA는 계량형 데이터 중 등분산성을 가진 2개 이상의 모집단들의 평균의 차이가 통계적으로 유의한가를 검증하기 위해 사용되었다.

No	분석 인자 (X's List)	영향받는 Y	분석 Tools	분석결과 및 개선방안	선정결과
X <sub>1</sub>	속련도	Y <sub>1</sub>	2-Sample t	• 분석결과: 시험/분석 업무 수행 경험(기술적 노하우) 및 도구에 대한 익숙함으로 인해 SW 신뢰성시험 투입시간 단축하고 인력 오류를 줄이는데 큰 영향이 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발단계 초기부터 전문가에 의한 교육 또는 숙련된 개발자들의 노하우를 전파하여 전체 개발자들의 숙련도 향상을 도모	선정
		Y <sub>2</sub>	2-Proportion	• 분석결과: 보조도구 제공하여 시험/분석을 지원하는 기능들은 신뢰성시험 시간과 분석 인력 오류율에 영향을 미침 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 숙련도에 따른 장비를 해소하고 효과적인 시험/분석을 수행하기 위해 보조도구 사용	선정
X <sub>2</sub>	보조도구 사용여부	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰 + 벤치마킹	• 분석결과: 보조도구 제공하여 시험/분석을 지원하는 기능들은 신뢰성시험 시간과 분석 인력 오류율에 영향을 미침 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 숙련도에 따른 장비를 해소하고 효과적인 시험/분석을 수행하기 위해 보조도구 사용	선정
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰 + 벤치마킹	• 분석결과: 보조도구 제공하여 시험/분석을 지원하는 기능들은 신뢰성시험 시간과 분석 인력 오류율에 영향을 미침 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 숙련도에 따른 장비를 해소하고 효과적인 시험/분석을 수행하기 위해 보조도구 사용	선정
X <sub>3</sub>	도구 활용능력	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰	• 분석결과: 신뢰성 시험도구 및 분석도구의 활용능력이 SW 신뢰성 시험 투입시간(테러)보다 분석 인력 오류율에 영향을 미치나, 그 영향성이 크지 않음. 개발자의 시험/분석에 대한 경험이 불일치도 도구 활용능력의 격차는 중이심 ⇒ Vital Few X's 대상에서 제외 • 개선방안: 개발자별 대한 시험/분석 방법에 대한 교육/보충 및 시험도구 개선사항을 즉시 반영하도록 신뢰성 시험시간 및 인력 오류율이 증가할 수 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정	제외
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰	• 분석결과: 사내 전문가 교육 또는 사외교육을 활용하여 개발자간 숙련도 격차를 줄이고 도구 활용 능력을 보다 더 증강	선정
X <sub>4</sub>	교육시간부족	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰	• 분석결과: 라이선스 수가 많을수록 정적시험 소요시간이 현저히 낮아짐 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발에 필요한 라이선스 수를 적절히 확보	선정
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰	• 분석결과: 라이선스 수가 많을수록 정적시험 소요시간이 현저히 낮아짐 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발에 필요한 라이선스 수를 적절히 확보	선정
X <sub>5</sub>	라이선스 수	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰 + 상관분석	• 분석결과: 라이선스 수가 많을수록 정적시험 소요시간이 현저히 낮아짐 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발에 필요한 라이선스 수를 적절히 확보	선정
		Y <sub>2</sub>	ANOVA	• 분석결과: 시험 회수가 증가함에 따라, SW 사전 설정/시험 경험 등으로 인해 정적시험 시간을 줄일 수 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발기간 중 다수의 시험을 수행하는 방안 모색 필요	선정
X <sub>6</sub>	시험 회수	Y <sub>1</sub>	ANOVA	• 분석결과: 시험 회수가 증가함에 따라, SW 사전 설정/시험 경험 등으로 인해 정적시험 시간을 줄일 수 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발기간 중 다수의 시험을 수행하는 방안 모색 필요	선정
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰 + 벤치마킹	• 분석결과: 사전 불일치 등으로 인해 SW 신뢰성시험을 재수행하는 경우가 발생할 수 있는 SW 정상관리도구를 사용하는 것은 효과적임 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발과제 or 연구수 특성애 부합된 정상관리도구 구축	선정
X <sub>7</sub>	SW 정상관리도구 사용여부	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰 + 벤치마킹	• 분석결과: 사전 불일치 등으로 인해 SW 신뢰성시험을 재수행하는 경우가 발생할 수 있는 SW 정상관리도구를 사용하는 것은 효과적임 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발과제 or 연구수 특성애 부합된 정상관리도구 구축	선정
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰	• 분석결과: 시험케이스에 따라서는 신뢰성 시험에 투입되는 시간 에 큰 영향이 있음 ⇒ Vital Few X's 대상에서 제외 • 개선방안: 시험케이스에 따라서는 신뢰성 시험에 투입되는 시간 에 큰 영향이 있음 ⇒ Vital Few X's 대상에서 제외	제외
X <sub>8</sub>	시험케이스 종류	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰	• 분석결과: 시험케이스에 따라서는 신뢰성 시험에 투입되는 시간 에 큰 영향이 있음 ⇒ Vital Few X's 대상에서 제외 • 개선방안: 시험케이스에 따라서는 신뢰성 시험에 투입되는 시간 에 큰 영향이 있음 ⇒ Vital Few X's 대상에서 제외	제외
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰 + 벤치마킹	• 분석결과: 동요검토를 통해 분석에 대한 노하우를 공유하고 범용적으로 적용된 해결방안을 적용함으로써 업무 효율성을 보다 신뢰성 있는 SW 품질을 보장할 수 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발과제 or 연구수 여건에 따른 단계적 동요검토 수행	선정
X <sub>9</sub>	분석데이터 동요검토 여부	Y <sub>1</sub>	전문가 인터뷰 + 상관분석	• 분석결과: 동요검토를 통해 분석에 대한 노하우를 공유하고 범용적으로 적용된 해결방안을 적용함으로써 업무 효율성을 보다 신뢰성 있는 SW 품질을 보장할 수 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발과제 or 연구수 여건에 따른 단계적 동요검토 수행	선정
		Y <sub>2</sub>	전문가 인터뷰 + 벤치마킹	• 분석결과: 동요검토를 통해 분석에 대한 노하우를 공유하고 범용적으로 적용된 해결방안을 적용함으로써 업무 효율성을 보다 신뢰성 있는 SW 품질을 보장할 수 있음 ⇒ Vital Few X's로 선정 • 개선방안: 개발과제 or 연구수 여건에 따른 단계적 동요검토 수행	선정

Fig. 9. Selected results of the Vital Few X's

Analysis 단계에서는 데이터수집, 데이터분석을 통해 핵심 성과지표 Y's에 중요한 영향을 주는 X's 인자로 속련도, 보조도구 사용여부, 라이선스 수 등을 Vital Few X's로 선정하였다.

4. Improve 단계(I)

Improve 단계는 프로젝트의 실제적인 개선 계획을 수립하여 최적안을 도출하고 개선활동을 실시하여 그 결과를 검증하는 단계로써, Step10. 개선전략 수립, Step11. Vital Few X's 최적화, Step12. 결과검증 단계로 진행된다. 개선전략 수립단계에서는 Fig.10과 같이 핵심인자(Vital Few X's)별 특성에 따른 개선전략을 수립하고 최적화 방향을 결정하였다.

No	핵심인자 (Vital Few X's)	영향받는 Y	X's의 특성파악	개선전략 수립	가능한 Tool	개선 담당자	개선시기	개선효과
X <sub>1</sub>	속련도	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.10	개발자 숙련도 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>2</sub>	보조도구 사용여부	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.10	개발자 숙련도 / 도구활용능력 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>4</sub>	교육시간부족	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.10	개발자 숙련도 / 도구활용능력 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>5</sub>	라이선스 수	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.10	개발자 숙련도 / 도구활용능력 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>6</sub>	시험 회수	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.09	SW 품질 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>7</sub>	SW 정상관리도구 사용여부	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.10	개발자 숙련도 / 도구활용능력 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>8</sub>	시험케이스 종류	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.12	SW 품질 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자
X <sub>9</sub>	분석데이터 동요검토 여부	Y <sub>1</sub>	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	실용적인 문제 해결책 개발 (신뢰성시험 자동화 시스템 구축)	솔루션 매핑	김덕경	2014.09	신뢰성시험 자동화 시스템 성능 향상
		Y <sub>2</sub>	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자	대안인자

Fig. 10. Improvement strategies of the Vital Few X's characteristics

Vital Few X's의 최적화 단계에서는 앞서 수행한 개선전략에 따라 각 X 인자별로 대안창출 후 대안평가를 실시하였다.

X1/X4/X5/X6 핵심인자에 대해서는 SW 신뢰성시험 자동화 시스템 구축을 통한 개선 방안을 도출하였고, Fig.11과 같이 구축방안 및 개념설계가 이루어졌으며, 각 설계 단계별 상세설계를 통해 Fig.12와 같이 구축하고자 하는 SW 신뢰성시험 자동화 시스템의 형상을 설계하였다.

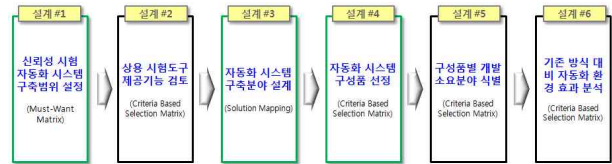


Fig. 11. For building SW reliable test automation system

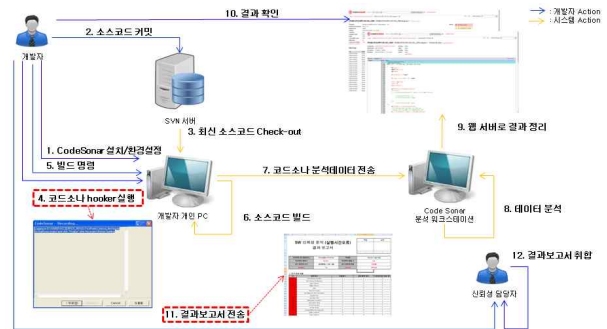


Fig. 12. Structure of SW reliable test automation system

상세설계 사항에 따라 SW 신뢰성시험 자동화 시스템을 구축한 후, 기존 수작업으로 수행된 정적시험 샘플 데이터를 활용하여 Fig.13과 같이 자동화 시스템에서 정적시험을 수행한 후 자동화 시스템의 정상작동을 검증하고 필요 시 파라미터 튜닝을 통해 최적화를 수행하였다.

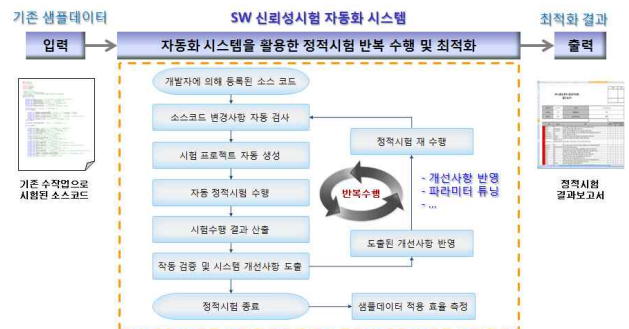


Fig. 13. Optimized flow for SW reliable test automation system

X2 핵심인자에 대해서는 Fig.14와 같이 보조도구 사용에 대한 개선방안을 도출하였다.



Fig. 14. Improvement on the use of assistive tools

X7 핵심인자에 대해서는 Fig.15와 같이 SW 형상관리도구 사용에 대한 개선방안을 도출하였다.



Fig. 15. Improvement on the use of SW configuration management tools

X9 핵심인자에 대해서는 Fig.16과 같이 분석데이터 동료검토에 대한 개선방안을 도출하였다.

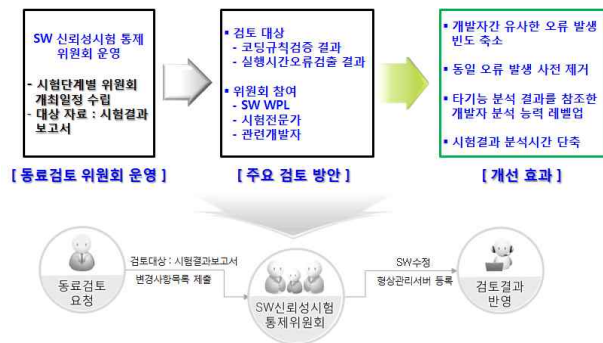


Fig. 16. Improvement on the analysis data peer review

X10 Quick-Fix(즉개선) 핵심인자에 대해서는 Fig.17과 같이 SW 신뢰성시험 자동화 시스템의 하드웨어적인 성능에 대한 개선방안을 도출하였다.

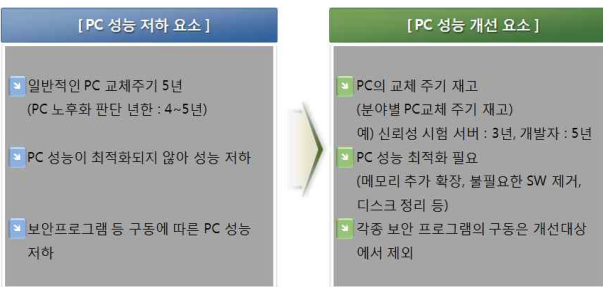


Fig. 17. Improvement on the automation system hardware

결과검증 단계에서는 도출된 개선안에 대하여 다차레에 걸친 Pilot 실험을 통해 핵심성과지표 Y's의 개선효과를 측정하였고, Pilot 실험간 도출되는 추가개선 필요사항을 반영하고 효과를 재측정 함으로써, 각 핵심성과지표별로 시그마 수준이 현수준 대비 현저하게 향상됨을 확인하였다.

SW 신뢰성시험 투입시간(Y1)에 대한 개선결과를 검증하기 위해 동일한 샘플에 대하여 3차례의 Pilot 실험을 수행하였으며 측정된 데이터 및 시그마 수준 측정 결과는 Fig.18 및 Fig.19와 같다.

수행 회차(Y)	수행 일자	샘플 시료 정보 (FFX-II CSC 단위시험)		정적시험 평균 수행시간
		샘플 모듈 총 개수	평균 코드 라인수(SLOC)	
1회차	2014.10.10	총1215개중 20개 추출	11300 라인	약 2분 11초
2회차	2014.10.17	동일 샘플 모듈 측정	11338 라인	약 3분 04초
3회차	2014.10.24	동일 샘플 모듈 측정	11402 라인	약 2분 58초

**[측정결과]**

	A	B	C	D	E	F	G
1	정적시험 수행시간						
3	회차	CSC 명칭	코드수(Line)	프로젝트 생성시간(초)	정적시험 수행시간(초)	보고서 작성시간(초)	정적시험 시간합계(초)
4	1	IP_CIWS	12878	38	198	1	237
6	1	IP_SLTS	9219	35	193	1	229
7	1	IP_JFF	14194	39	47	7	93
8	1	IP_ES	7777	33	50	7	90
9	1	IP_IRST	9708	33	48	6	87

Fig. 18. Measuring result of the SW reliable test time (Y1)

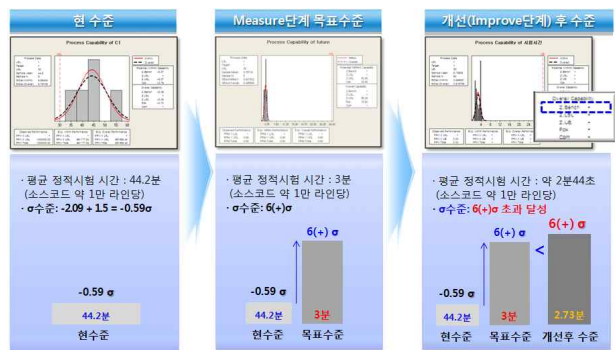


Fig. 19. Result of sigma level measurement on Y1

데이터분석 인적오류율(Y2)에 대한 개선결과를 검증하기 위해 동일한 샘플에 대하여 3차례의 Pilot 실험을 수행하였으며 측정된 결과 및 시그마 수준 측정 결과는 Fig.20 및 Fig.21과 같다.

분석 회차(Y)	분석 일자	샘플 시료 정보 (FFX-II CSC 단위시험)		데이터분석 평균 인적오류율
		샘플 모듈 총 개수	평균 코드 라인수(SLOC)	
1회차	2014.10.10	총1215개중 20개 추출	11300 라인	0%
2회차	2014.10.17	동일 샘플 모듈 측정	11338 라인	0%
3회차	2014.10.24	동일 샘플 모듈 측정	11402 라인	0%

**[측정결과]**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	데이터분석 인적 오류율							
3	회차	CSC 명칭	코드수(Line)	분석결과 오류 출건수	오류건수 False Alarm 건수	실제 오류 건수	인적 오류 건수	인적 오류율(%)
4	1	IP_CIWS	12878	0	0	0	0	#DIV/0!
5	1	IP_SLTS	9219	0	0	0	0	#DIV/0!
6	1	IP_JFF	14194	0	0	0	0	#DIV/0!
8	1	IP_ES	7777	0	0	0	0	#DIV/0!
9	1	IP_IRST	9708	0	0	0	0	#DIV/0!

샘플로 실험된 SW는 재사용된 모듈이 많으며, 자동화 시스템 구축 이전에 해당 과제에서 수작업에 의한 정적 시험 수행이 수차례 진행되었으므로 정적시험 수행결과 오류가 0건으로 산출됨

Fig. 20. Measuring result of the human error rate (Y2)

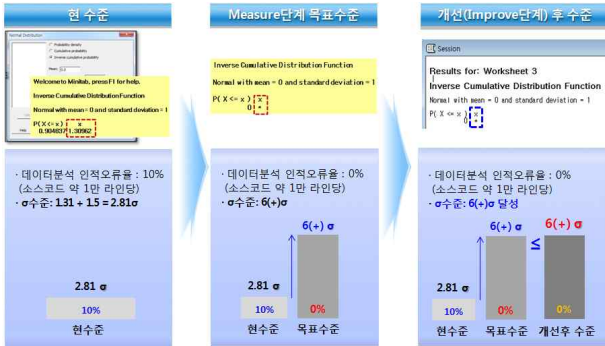


Fig. 21. Result of sigma level measurement on Y2

SW 신뢰성시험 자동화 시스템을 통해 산출된 Pilot 실험 검증 결과에 대한 종합 Y's 성과척도 Matrix는 Fig.22와 같다.

No	Y's	Y 정보		규격설정		현수준(Baseline)		목표(Measure)		개선결과(Improve)		
		산출공식/용용정의	단위	유형	USL	LSL	지표	Z <sub>ST</sub>	지표	Z <sub>ST</sub>	지표	Z <sub>ST</sub>
Y <sub>1</sub>	SW 신뢰성 시험투입시간	소스코드 SLOC 1만 Line당 정적시험 1회 수행하는데 소요되는 평균 시간	분 (Min)	C	30	-	44.2	-0.59σ	3	6(+)*σ	2.73	6(+)*σ
Y <sub>2</sub>	데이터 분석 인적 오류율	정적시험 도구 설정 오류, 신뢰성 검토기준 변경 미비에 따른 인적 오류율	%	DF	10	-	10	2.81(σ)	0	6(+)*σ	0	6(+)*σ

Fig. 22. Synthetic Y's performance measures matrix

Improve 단계에서는 실질적인 해결을 위한 개선전략을 수립 후 Vital Few X's 의 최적화를 위해 SW 신뢰성시험 자동화 시스템을 구축, 보조도구 및 형상관리도구의 사용개선, 시험결과 데이터에 대한 동료검토 등을 수행하는 개선안을 제시하였으며 개선안에 대한 Pilot 시뮬레이션 수행을 통해 시그마 수준이 목표대비 향상됨을 확인하였다.

### 5. Control 단계(C)

Control 단계는 개선의 성과를 지속적, 안정적으로 유지하기 위해 관리항목을 선정하여 계획을 수립, 실행하고 관리하기 위한 체계적 관리 시스템을 구축하고 프로젝트를 완료하는 단계로써, Step13. 관리계획 수립, Step14. 관리계획 실행, Step15. 문서화/공유 단계로 진행된다. 관리계획 수립 단계에서는 Fig.23 및 Fig. 24와 같이 관리항목인 핵심성과지표 Y's와 개선대상 Vital Few X's에 대한 관리방안을 수립하였다.

No	Y's	Y 정보				관리한계설정		담당자	
		관리방법	자료원	주기	단위	유형	LCL		UCL
Y <sub>1</sub>	SW 신뢰성 시험투입시간	소스코드 SLOC 1만 Line당 정적시험 1회 수행하는데 소요되는 평균 시간 측정	측정 데이터	매주1회 & Release	분 (Min)	C	-	5	이종배
Y <sub>2</sub>	데이터 분석 인적 오류율	정적시험 도구 설정 오류, 신뢰성 검토기준 변경 미비에 따른 인적 오류율 측정	측정 데이터	매주1회 & Release	%	DF	-	10	김동일

Fig. 23. Management plan of Y's

개선 대상	관리 방법
<ul style="list-style-type: none"> <li>X1 : 숙련도</li> <li>X4 : 교육시간부족</li> <li>X5 : 라이센스수</li> <li>X6 : 시험 회수</li> </ul>	SW 신뢰성시험 자동화 시스템에 대한 지속적 교육, 의견수렴 후 시스템반영 및 유지보수
<ul style="list-style-type: none"> <li>X2 : 보조도구 사용여부</li> <li>X7 : SW 형상관리도구 사용여부</li> <li>X9 : 분석데이터 동료검토 여부</li> </ul>	관련부서 협조를 통한 도구 적용 및 분석데이터 동료검토 수행

Fig. 24. Management plan of Vital Few X's

관리계획 실행 단계에서는 관리계획을 실행하고 최적안을 적용 후 Fig. 25와 같이 지속적으로 핵심성과지표 Y's에 대한 성과를 모니터링하였다.

▶ Y<sub>1</sub> (SW 신뢰성시험 투입시간) : Improve 단계에서 추출된 동일한 샘플 시료 활용

수행 회차(Y)	수행 일자	샘플 시료 정보 (FFX-II CSC 단위시험)		정적시험 평균 수행시간
		샘플 모듈 총 개수	평균 코드 라인수(SLOC)	
1회차	2014.11.07	총1215개중 20개 추출	11422 라인	약 3분 01초
2회차	2014.11.14	동일 샘플 모듈 측정	11438 라인	약 2분 48초
3회차	2014.11.21	동일 샘플 모듈 측정	11402 라인	약 2분 57초
최적안 적용 후 평균 정적시험 수행시간				약 2분 55초

▶ Y<sub>2</sub> (데이터분석 인적 오류율) : Improve 단계에서 추출된 동일한 샘플 시료 활용

분석 회차(Y)	분석 일자	샘플 시료 정보 (FFX-II CSC 단위시험)		데이터분석 평균 인적오류율
		샘플 모듈 총 개수	평균 코드 라인수(SLOC)	
1회차	2014.11.07	총1215개중 20개 추출	11422 라인	0%
2회차	2014.11.14	동일 샘플 모듈 측정	11438 라인	0%
3회차	2014.11.21	동일 샘플 모듈 측정	11402 라인	0%
최적안 적용 후 평균 데이터분석 인적 오류율				0%

Fig. 25. Performance monitoring results after applying the optimized plan

최종적으로, 문서화/공유 단계에서는 개선결과에 따른 재무 성과측면과 체질개선효과측면에서의 예상 효과를 산출하고 프로젝트 결과를 Fig.26과 같이 문서화하여 공유하였다.

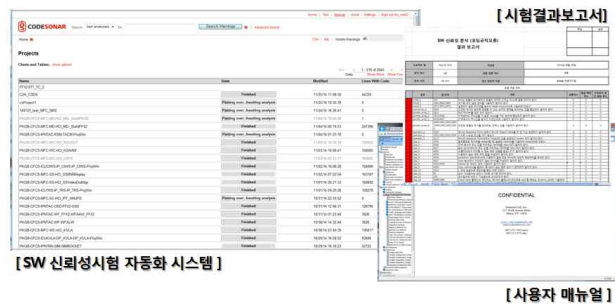


Fig. 26. Share project improvement results and follow-up management

Control 단계에서는 사후관리 및 개선사항을 내재화하기 위해 관리계획 수립, 관리계획 실행, 프로젝트 결과에 대한 핵심사항을 문서화하였다. 본 프로젝트는 문제해결을 위한 일안으로 SW 신뢰성시험 자동화 시스템을 구축하는 제품설계단계가 포함되어 있어서 일반적인 린6시그마에서 수행되는 Control 단계의 진행업무를 적용하기에는 어려움이 있었으나, 재무성과 및 체질개선효과 측면에서 개선된 효과를 확인할 수 있었다.

## IV. Conclusions

본 연구를 통해 SW 품질향상을 위하여 SW 신뢰성시험 자동화 시스템 구체화 및 적용방안을 도출한 후 최적화된 SW 신뢰성 시험시간 단축 및 인적오류 감소 방안을 제시하였다. SW 중요성이 부각되고 있는 현시점에서 SW 신뢰성시험에 대한 규정화 및 관심이 증대되고 있으나, SW 신뢰성 분석 시 개발자의 숙련도 차이에 따른 분석시간 지연 및 인적오류가 발생하고 있고, SW 신뢰성시험에 투입되는 비용절감 및 인적오류 축소가 요구되고 있는 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 린6시그마의 문제해결 방법론을 이용함으로써 기존 방식에서의 문제점의 원인을 파악하고 점진적으로 개선해 나가는 방안을 제시하였으며 이를 검증하는 과정에서 객관적 근거자료가 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 제안된 개선방안에 따라 기존 개발자에 의해 수작업으로 수행되었던 SW 신뢰성시험을 자동화함으로써 시험시간을 획기적으로 단축하고 인적오류를 축소함과 더불어 SW 고품질 확보 및 SW 개발생산성을 극대화 하는데 큰 기여를 할 것으로 예상된다.

## REFERENCE

- [1] Kim Hyoung Kweon, "A study for the reduction of the SW reliability test time and human errors using Lean 6 sigma", KSCI Conference 23th-2, pp53-54, July 2015
- [2] Song In Sik, "SIX SIGMA BIBLE", Idam Books, March 2009
- [3] Won Ryu, "A Study on Lean Six Sigma Innovation Strategy", Master's thesis of Pusan National University, August 2007
- [4] Park Kee Ho, "A study on the Implementing Procedure of Six-Sigma Technique", Master's thesis of Myongji University, August 2000
- [5] Hong In Kee, "Development of an Integration Model of Lean Production Tools and the Six Sigma DFSS Method", Master's thesis of Konkuk University, February 2007
- [6] Jung Min Yung, "A Case Study of a Six Sigma Project for Improving Assembly Line of Auto-Part Manufacture company", KSQM Conference 38th-3, pp439-448, September 2010

## Authors



Hyoung Kweon Kim received the B.S. degrees in Computer Engineering, Kumoh National University, Korea, in 2002 and has done the M.S course in the graduate school of Electronics Engineering, Kyungpook National University, Korea, from 2014. He works in Samsung Thales. Hyoung Kweon Kim is currently a developer in the Department of Software Development, Samsung Thales from 2001. He is also doing the M.S course in the graduate school of Electronics Engineering, Kyungpook National University, Korea, from 2014. He is interested in signal processing, distributed processing, and embedded software testing.