

소프트웨어 프로세스 측정을 위한 척도 설계 및 활용

황 선 명[†] · 엄 희 균^{††}

요 약

최근의 소프트웨어 시장에는 조직의 사업 목적 달성을 위한 성숙모델, 표준, 방법론 및 지침들이 개발되고 있다. ISO/IEC 15504와 CMMI 등 모든 SPI 모델들은 숙련된 전문 심사원을 통하여 소프트웨어 프로세스의 능력수준을 결정한다. 그러나 숙련된 전문심사원이라 할지라도 프로세스 측정을 위한 체계적인 척도를 제공하지 않으므로 심사원은 심사대상 프로세스의 정량적인 수준 측정을 위하여 객관적이며 일치된 판단을 통해 프로세스를 평가할 수 없다. 본 논문에서는 ISO/IEC15504와 CMMI의 핵심 프로세스들에 대하여 정량적이고 객관적인 측정을 위하여 척도를 설계 하였고, 실험을 통하여 척도의 타당성을 분석방법을 이용하여 증명하였다. 이를 통해 객관적인 측정 절차와 척도의 사용을 통하여 효과적 SPI 활동을 기대할 수 있다.

키워드 : 소프트웨어 프로세스 개선, 프로세스 심사 모델, 표준 척도

Application and Design of Metrics for Software Process Measurement

Sun-Myung Hwang[†] · Hee-Gyun Yeom^{††}

ABSTRACT

In the current marketplace, there are maturity models, standards, methodologies and guidelines that can help an organization improve the way it does business. All SPI models including ISO/IEC 15504 and CMMI provide the capability level of software process.

However, most available improvement models focus on a specific goals and practices of the processes. So many assessors need an objective process measure how to estimate achievement of goals and practices. We proposed quantitative process capability metric (PCM) which can determine the degree of capability. And the effective measuring approach help SPI assessor as well as organization unit.

Key Words : Software Process Improvement, Process Assessment Model, Standard Metric

1. 서 론

최근 소프트웨어 업계는 제품의 신뢰성 및 생산성과 관련하여 품질에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 품질에 관한 관심은 ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 12119와 같은 표준을 중심으로 하는 제품 품질 평가 활동으로부터 시작되어, 현재 제품 품질 개선의 근원인 제품 개발 프로세스를 본질적으로 파악하려는 프로세스 품질 활동으로 이동되고 있다.

소프트웨어 프로세스란 소프트웨어 개발 조직의 목표달성을 위해 조직 내에서 사용하는 자원(사람, 장비, 기술, 방법론)과 활동, 방법, 실무지침을 말하며[3, 4], 프로세스 심사란 개발 조직이 사용하고 있는 프로세스가 해당 목표를 달성하고 있는지 평가하는 것을 말한다[5]. 프로세스 심사를 통하여 얻을 수 있는 것은 해당 조직의 개발 능력(Capability)

결정뿐만 아니라 자체 프로세스 개선(improvement)에도 중요한 지표를 제공받을 수 있다.

이와 같은 소프트웨어 프로세스 평가 및 개선을 위한 모형으로 SEI(Software Engineering Institute)에서 제시한 CMMI(Capability Maturity Model Integration)[2]를 비롯하여 캐나다 BNR(Bell Northern Research)의 Trillium, 유럽의 Bootstrap 등의 많은 모형이 제시되었고 현재 국제 표준화 과정을 거치고 있는 ISO/IEC 15504(일명 SPICE :Software Process Improvement and Capability dEtermination)는 이러한 다양한 모형들의 장점을 흡수하면서 조직 유형 및 프로젝트 규모에 제약 없이 프로세스 심사를 위한 개념들을 제공하기 위한 것이다.

ISO/IEC 15504는 1991년 6월 제 4회 ISO/IEC JEC1/SC7의 총회에서 토의 과제로 선택되어 WG 10내에서 프로세스 심사와 개선을 위한 표준화 작업으로 진행되고 있으며, 표준화 과정에 실제로 현장에 적용하여 표준의 적용성을 높이는 방법을 통하여 검증하면서 규정을 만들어 가고 있다[6].

국내에서도 소프트웨어 품질인증체계를 구축하는 작업이

[†] 정 회 원 : 대전대학교 컴퓨터공학과 교수

^{††} 준 회 원 : 대전대학교 소프트웨어공학전공 박사과정

논문접수 : 2005년 9월 21일, 심사완료 : 2005년 12월 1일

한국정보통신기술협회(TTA:Telecommunication Technology Association)의 S/W시험센터를 통하여 구축되어 상용패키지 소프트웨어의 품질인증이 이루어지고 있으며 국내의 SI업체에서는 ISO 9001, CMM, ISO/IEC 15504 심사를 통하여 프로세스 차원의 품질체제를 확립하고 이를 통하여 기업의 이미지를 대외에 쇄신시키고 있다.

프로세스 개선을 위해서는 우선 조직과 프로젝트 수행 목적을 명시하고 그 목적을 운영 측면에서 정의하기 위한 데이터를 추적하여 해석하는 방법이 중요한 접근 방법으로 인식되었다. 측정(measurement)을 함으로써 감시(monitoring), 제어(controlling) 활동이 가능하게 되고 이를 바탕으로 하여 프로세스 개선이 이루어질 수 있다는 것이다[5].

그러나 CMMI등과 같은 모형에서는 측정(measurement)이 능력 수준 4에서 도입되어 있어 능력 수준 1이나 능력 수준 2에는 적용되지 않는다. 또한 ISO/IEC 15504에서의 프로세스 개선을 위한 지침에는 측정을 통한 방법을 제안하고 있지만 구체적인 척도에 관한 사항은 제시하지 못하고 있다[6].

따라서 ISO/IEC15504와 CMMI의 핵심 프로세스들에 대하여 정량적이고 객관적인 측정을 위하여 척도를 설계 하였고, 실험을 통하여 척도의 타당성을 척도분석을 이용하여 증명하였다. 또한 프로세스 능력 결정 시에 척도의 사용을 통하여 효과적 SPI 활동을 기대할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로서 대표적인 프로세스 모델 동향과 척도 설계를 위한 설계 접근 방법을 설명한다. 3장에서는 프로세스 측정을 위한 표준 척도 설계를 설명하고 4장에서는 설계한 척도의 타당성을 실험을 통해 척도분석을 이용하여 나타내었다. 마지막 5장

에서 결론 및 향후 연구로 논문을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 프로세스 모델 동향

일반적으로 소프트웨어를 개발하는 조직의 성숙도가 높을 수록 소프트웨어 프로세스도 조직 전반에 걸쳐 더 잘 정의 되고 더 일관되게 구현된다고 볼 수 있으며, 소프트웨어 프로세스 능력이란 소프트웨어 프로세스에서 성취할 수 있는 가능한 예상 결과의 폭을 의미하는 것으로 어떤 조직의 소프트웨어 프로세스 능력은 그 조직이 앞으로 수행할 소프트웨어 개발 프로젝트의 기대치를 예측할 수 있게 한다.

현재 전 세계적으로 활용되고 있는 소프트웨어 프로세스 능력평가 모델로는 CMM, SPICE, Trillium, Bootstrap 등이 있다. SPICE(Software Process Improvement Capability dEtermination)는 ISO/IEC 15504로서 93년에 제안되어 ISO/IEC JTC1/SC7/WG10 위원회에서 주관하여 개발하였다[8].

2.2 ISO/IEC 15504

2.2.1 PAC(Process Area Category)

ISO/IEC 15504는 CMMI와 마찬가지로 조직의 프로세스를 개선하기 위한 활동을 지원하기 위하여 현재의 프로세스 상태를 파악하여 성숙한 능력 수준을 측정한다. ISO/IEC 15504에서 정의하고 있는 프로세스는 3개의 프로세스인 기본(Primary), 조직(Organization), 지원(Support)으로 구분하고 이를 다시 9개의 그룹(조달, 공급, 공학, 관리, 프로세스

<표 1> ISO/IEC 15504의 프로세스 정의

PRIMARY Life Cycle Processes		ORGANIZATIONAL Life Cycle Processes
1. Acquisition Group ACQ.1 Acquisition preparation ACQ.2 Supplier selection ACQ.3 Supplier monitoring ACQ. 4 Customer acceptance	2. Supply Group SPL.1 Supplier tendering SPL.2 Contract agreement SPL.3 Software release SPL.4 Software acceptance	1. Management Group MAN.1 Organizational alignment MAN.2 Organization management MAN.3 Project management MAN.4 Quality Management MAN.5 Risk Management MAN.6 Measurement
3. Engineering Group ENG.1 Requirement elicitation ENG.2 System requirement analysis ENG.3 System architectural design ENG.4 Software requirement analysis ENG.5 Software design ENG.6 Software construction ENG.7 Software integration ENG.8 Software testing ENG.9 Software installation ENG.10 System integration ENG.11 System testing ENG.12 System & software maintenance		2. Process Improvement Group PIM.1 Process establishment PIM.2 Process assessment PIM.3 Process improvement 3. Resource & Infrastructure Group RIN.1 Human resource management RIN.2 Training RIN.3 Knowledge management RIN.4 Infrastructure 4. Reuse Group REU.1 Asset management REU.2 Reuse program management REU.3 Domain engineerin
4. Operation Group OPE.1 Operational use OPE.2 Customer support		
SUPPORTING Life Cycle Processes		
1. Configuration control Group CFG.1 Documentation Management CFG.2 Configuration Management CFG.3 Problem Management CFG.4 Change Request Management		2. Quality Assurance Group QUA.1 Quality assurance QUA.2 Verification QUA.3 Validation QUA.4 Joint review QUA.5 Audit QUA.6 Product Evaluation

개선, 자원 및 인프라, 재사용, 구성관리, 품질보증)으로 세분화하여 전체적으로는 48개의 프로세스로 정의하고 있다[6, 8, 9].

2.2.2 능력 수준 측정을 위한 수행활동

프로세스 능력수준을 측정하기 위한 지표(indicator)는 레벨 0과 레벨1을 측정하는 기본활동(base practice)과 그 이상을 측정하는 관리활동(Management Practice)이 있다. 기본활동의 핵심 수행 활동을 살펴보면 다음과 같다.

- 해당 프로세스 수정을 위한 전략 개발
- 표준 수립
- 전략과 표준에 따른 실행

관련 속성 지표와 함께 관리 수행활동은 프로세스 능력과 프로세스 속성에서 다루어지는 능력을 달성하는 수단이다. 관리 수행활동 성과의 증거는 프로세스 속성 달성도의 판단에 도움이 된다. 관리 수행활동은 그것의 속성 지표와 관련되어 있다. 지표는 다음과 같다.

- 수행활동의 구현에 대한 지침을 제공하는 수행활동 성과의 특성
- 프로세스의 관리를 지원하기 위한 메카니즘을 제공하는 자원 및 기반구조
- 관리 수행활동을 지원하는 프로세스 차원으로부터의 관련되는 프로세스

특정한 관리 수행활동은 개별 프로세스의 속성과 관련되어 있다. 관리, 수행활동들은 모형의 프로세스 차원의 모든

프로세스에 적용하도록 고안되었다. 속성 지표는 프로세스 속성에 관련된 관리 수행활동이 수행되고 있다는 객관적 증거를 설정할 수 있도록 한다. 기본활동과 관리활동의 수행 여부를 위하여 108가지의 작업산출물을 정의하였고 이를 통한 객관적 증거를 찾을 수 있도록 한다.

2.3 CMMI

2.3.1 PAC

SW-CMM에서는 프로세스들에 대해 KPA(Key Process Area)로 구분하고 이를 각각의 성숙도 수준(Maturity Level)에 따라 달성해야 할 프로세스들을 분류하고 있다. 따라서 각 프로세스들 간의 관계에 대한 명확한 그림이 그려지지 않고 있다. 이에 대해 SEI는 CMM을 CMMI로 통합, 발전시키면서 프로세스 영역을 (그림 1)과 같이 4개의 범주로 나누어 관리하고 있으며, 각 프로세스들 간의 관계를 보다 명확하게 설명하고 있다[7].

2.4 프로세스 개선과 척도

척도는 일반적으로 측정 대상을 기초로 그루핑할 수 있다. 개발 프로세스의 기간, 비용, 효율을 측정하는 것과 개발한 소프트웨어, 즉 프로덕트 자체의 특성을 측정하는 척도가 있으며, 소프트웨어 개발 인력, 팀, 동원되는 소프트웨어 및 하드웨어 등의 자원을 측정하는 척도등으로 나누어 볼 수 있다. 이들 척도 중 하나의 측정값으로 표현할 수 있는 것이 직접 척도이며 여러 개의 측정값의 비율 또는 함수로 표현되는 것이 간접 척도이다. <표 2>는 측정대상에 대한 직접, 간접 척도의 예를 보여준다.

CMMI의 성숙도는 척도를 개발조직의 어느 범위에 적용하느냐에 따라 달라진다. 개발 또는 유지 보수하는 단위 프

Process management	1. Organizational Process Focus	OPF (3)
	2. Organizational Process Definition	OPD (3)
	3. Organizational Training	OT (3)
	4. Organizational Process Performance	OPP (4)
	5. Organizational Innovation and Deployment	OID (5)
Project management	1. Project Planning	PP (2)
	2. Project Monitoring and Control	PMC (2)
	3. Supplier Agreement Management	SAM (2)
	4. Integrated Project Management for IPPD	IPM for IPPD (3)
	5. Risk Management	RSKM (3)
	6. Integrated Teaming (IPPD)	IT (3)
	7. Integrated Supplier Management (SS)	ISM (3)
	8. Quantitative Project Management	QPM (4)
Engineering	1. Requirements Management	REQM (2)
	2. Requirements Development	RD (3)
	3. Technical Solution	TS (3)
	4. Product Integration	PI (3)
	5. Verification	VER (3)
	6. Validation	VAL (3)
Support	1. Configuration Management	CM (2)
	2. Process and Product Quality Assurance	PPQA (2)
	3. Measurement and Analysis	MA (2)
	4. Decision Analysis and Resolution	DAR (3)
	5. Organizational Environment for Integration (IPPD)	OEI (3)
	6. Causal Analysis and Resolution	CAR (5)

(그림 1) CMMI PAC

<표 2> 척도의 구분

구분	측정 대상	타입	척도의 예
프로덕트	원시 코드	직접	크기
		간접	신뢰도
프로세스	테스트	직접	노력
		간접	비용
자원	인력	직접	경력
		간접	생산성

로젝트의 비용, 일정, 품질, 기능등을 측정하여 프로젝트를 관리하려는 수준은 CMMI 레벨 2에 해당된다. 레벨 3 이상에서는 척도가 프로세스 관리 차원에서 도입되어야 한다. 기관에서 수행되는 여러 프로젝트에 공통 척도를 적용하여 정의된 프로세스가 잘 수행되었고 과연 효율적인지 판단하고 개선하여야 한다. 즉 척도가 프로세스의 개선에 중요한 도구가 되는가가 CMMI의 높은 성숙 단계에 오르는 기준이 될 수 있다.

ISO/IEC 15504에서는 직접적인 방법으로 프로세스 능력을 측정할 수 있는 방법이 없기 때문에 프로세스 능력의 측정은 <표 3>과 같은 9개의 프로세스 속성(PA: process attribute)의 집합에 근거하여 간접적으로 이루어진다.

ISO/IEC 15504에서는 프로세스 측정의 중요성을 인식하여 프로세스 측정을 위한 틀도 제공하고 있지만 각 수준별로 구체적인 척도를 제공하고 있지는 않는다. 따라서 척도를 설계함으로써 프로세스 능력을 측정하여 예상한 목표와 결과를 분석하여 무엇을 개선할 것인지 파악한다. 계획한 개선을 실행한 후에는 다음 사이클에서 더 좋은 결과를 얻게 되었는지 개선 확인을 하게 된다.

<표 3> 능력 수준별 프로세스 속성

능력 수준	프로세스 속성
능력 수준 1	PA1.1 (프로세스 수행)
능력 수준 2	PA2.1 (수행 관리)
	PA2.2 (작업 산출물 관리)
능력 수준 3	PA3.1 (프로세스 정의)
	PA3.3 (프로세스 전개)
능력 수준 4	PA4.1 (프로세스 측정)
	PA4.2 (프로세스 통제)
능력 수준 5	PA5.1 (프로세스 개선)
	PA5.2 (프로세스 최적화)

2.5 GQM(Goal-Question-Metric) 방법

척도 설계를 위한 접근 방법으로 GQM(Goal Question Metric) 방법을 사용하였다. GQM방법은 프로세스 품질 개선을 위한 단순한 형태로서, NASA 프로젝트에서 결함을 평가하기 위해 개발된 것이다. 이 방법은 조직이 그 목적을 수립하기 위해서는 의미 있는 척도가 있어야 함을 가정하고 있다. 그 목적은 척도의 도입과 데이터 수집을 위한 운영적 기반을 제공하는 데이터와 연결된다. GQM은 다음과 같은 3 수준으로 이루어진다.

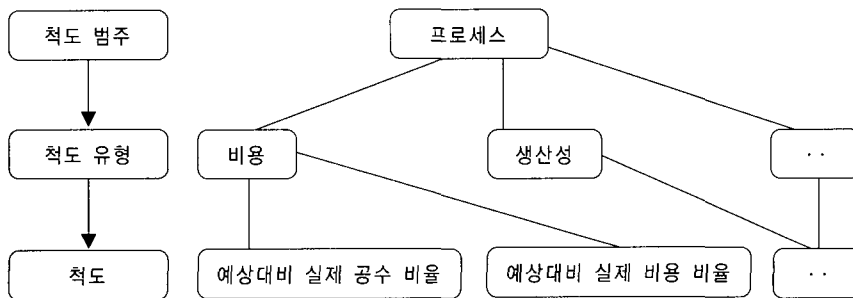
- 목적(Goal): 개념적 수준으로 개선 활동에서 연관된 대사의 범위를 정의한다. 여기에는 표 2의 프로덕트, 프로세스, 자원 등이 포함된다.
- 질문(Question): 운영적 수준으로 특정 목적의 심사/달성이 수행되는 방법을 특성화하는 질문을 사용한다.
- 측정(Metric): 정량적 수준으로 각 질문에 연관된 데이터를 연관시켜 주관적, 객관적 데이터를 제공한다.

본 논문에서 제시하고 있는 GQM 방법을 절차적으로 기술하면 다음과 같다.

- 목적 설정 단계: ISO/IEC 15504의 각 수준을 결정하는 하나의 프로세스 속성을 목적으로 설정한다.
- 질문 단계: 질문 내용은 기본 활동의 수행 특성 등을 기반으로 작성한다.
- 척도 할당: 척도는 활동 수행 특성을 측정하기 위해 자원 및 기반 구조특성(resource and infrastructure characteristics)을 참조하여 알맞은 척도를 설정한다. 이때 프로세스 측정을 위한 척도의 역할은 중요하나 이는 조직의 요구에 의해 결정된다. 척도의 그 목적에 따라 여러 가지 범주로 나누어 질 수 있다. 각 범주는 다시 질문 내용에 따라 여러 유형으로 나누어지고, 각 유형별 척도가 분류된다. 이를 그림으로 나타내면 (그림 2)와 같다.

3. 프로세스 측정을 위한 척도 설계

효과적인 SPI(Software Process Improvement)를 도모하기 위해서는 관련된 프로세스 측정활동이 정의되어야 하고



(그림 2) 척도의 계층 구조

이를 통해 개선 여부의 진행 상태를 나타낼 수 있는 프로세스 측정 척도의 필요성을 이미 언급한 바 있다. 즉, 프로세스를 측정하기 위한 척도 개발은 조직의 수준을 객관적으로 측정할 수 있는 증거가 되며 정량적인 산출 근거가 된다.

본 장에서는 ISO/IEC 15504를 근간으로 하여 프로세스 측정을 위한 표준 척도의 정의를 위하여 실제 SI업체의 프로젝트 및 프로세스 관리를 위한 기초적 척도의 사례들을 조사하고 이를 바탕으로 척도를 정의한다. 이는 참고 문헌 [8]에서 보여 지고 있는 자료를 기반으로 하겠다. 또한 이미 관리 척도들을 실제적으로 적용하고 있는 CMMI와 ISO/IEC 15504의 프로세스 간의 대응 관계를 분석하여 척도 조사에 필요한 기반을 마련하며, 이로써 ISO/IEC 15504 프로세스 측정을 위한 표준 척도를 설계한다.

3.1 기초 척도 정의

참고 문헌[8]의 척도 적용 사례를 보면 다음 <표 4>를 표준 척도의 범주가 되는 기초 척도들로 정의하고 있다.

3.2 표준 척도 설계

<표 5>는 본 논문에서 정의한 표준 척도의 정의서이다. 본 논문에서는 37개의 표준 척도를 설계하였다. <표 6>은

프로젝트의 성공 여부를 판가름 하는 일정, 비용, 생산성, 크기, 자원, 요구사항 등의 요소들과 프로세스 진행 관리 부분에 포함된 프로세스 요소로 크게 7가지의 범주를 구분하고, 내용을 중심으로 척도 산출 공식을 나타내고 있다.

표준 척도는 프로세스 심사 시에 프로세스 목적 성취 정도를 계량화 하여 객관적인 수치로 나타내지며 이를 통하여 능력 수준 달성 여부를 판단하는데 사용되어진다. 그러나 정의된 표준 척도는 여러 조정 작업이 필요하며 많은 실험 데이터의 수집과 분석을 통하여 검증되어야 한다.

4. 표준 척도 적용 실험

대다수의 소프트웨어 공학 연구는 연구실에서 이루어지며 개발된 기술의 타당성을 확인하지 않고 적용하는 경우가 많다[13]. 그 결과 연구와 실제 사이에는 차이가 발생하게 되어 해당 문제에 대해 충분히 좋은 해결책을 발견하기 어렵게 하거나 현재 상황에 대한 충분한 이해가 없이 이렇게 되어야 한다는 성급한 해결책을 제시하는 경우도 있다.

실증적 소프트웨어 공학(Empirical Software Engineering)은 이러한 차이를 채우기 위한 것으로 소프트웨어 공학의 실무지침을 연구하는 방법을 개발하고, 그 지식의 체계

<표 4> 기초 척도

범주	척도 명	산출 공식
프로세스	계획공정 준수율	(실행 공정 수/계획 공정 수)*100
	공정 진도율	(실제진도/계획진도)*100
MM	계획 투입공수 준수율	(실제투입공수/계획투입공수)*100
비용	계획 예산 준수율	(집행예산/계획예산)*100
생산성	공정별 생산성	분석: 요구사항 수/투입공수 설계: 설계항목 수/투입공수 구현: 산출물크기(FP/LOC)*투입공수
크기	산정대비 규모 준수율	(실제크기/계획된 크기)*100
자원	컴퓨터자원 준수율	(실제 컴퓨터자원/산정된 컴퓨터자원)*100
요구사항	요구사항 변경율	(변경된 요구사항 수/최초 요구사항 수)*100
품질	위험발생 비율	(실현된 위험 수/파악된 위험 수)*100
	발견대비 결함 제거비율	(제거된 결함 수/발견된 결함 수)*100

<표 5> 척도 정의서

시스템 요구 항목과의 일치 비율					
메트릭명	시스템 요구 항목과의 일치 비율				
메트릭 ID	01	범주	요구사항	ISO/IEC 15504	ENG.1 Requirement elicitation
보고시기	ENG.2 전	하한값	50	상한값	100
계산식	A/B*100			단위	%
구성 측정치 정보					
A	소프트웨어 요구 분석 수				
B	시스템 요구 분석내의 소프트웨어 요구 수				
활용 가이드					
개요	소프트웨어에 할당된 요구사항들과 균형을 맞추기 위한 시스템 요구사항들이 있는지를 나타낸다.				
분석방법	(소프트웨어요구 분석 수/시스템 요구 분석내의 소프트웨어 요구 수)*100				
인디케이터	쭈은선 그래프				
결과 해석	비율이 100에 가까울수록 시스템 요구사항이 균형을 이루었다고 해석 가능함				

<표 6> 프로세스 측정 표준 척도

범주	척도 명	데이터	함수(산출 공식)
비용	예상대비 실제 공수 비율	예상 공수, 실제 공수	(예상 공수/실제공수 *100)
	예상대비 실제 비용 비율	예상 비용, 실제 비용	(예상 비용/실제비용 *100)
일정	목표대비 진척도 비율	예상 진척도, 실제 진척도	(예상 진척도/실제 진척도 *100)
	프로젝트 추적 및 감독 보고 회수	프로젝트 추적 및 감독 보고 회수	프로젝트 추적 및 감독 보고 회수
생산성	시스템 분석 생산성	시스템 요구사항 수, 투입공수	(시스템 요구사항 수/투입공수)
	시스템 설계 생산성	시스템 설계 항목 수, 투입공수	(시스템 설계항목수/ 투입공수)
	소프트웨어 요구 분석 생산성	소프트웨어 요구 분석, 투입공수	(소프트웨어요구분석/투입공수)
	소프트웨어 구축 생산성	소프트웨어 산출물 크기(FP/LOC), 투입공수	(소프트웨어산출물크기/투입공수)
	소프트웨어 설계 생산성	소프트웨어 설계 항목수, 투입공수	(소프트웨어설계항목수/투입공수)
	소프트웨어 시험 생산성	소프트웨어 테스트 항목수, 투입공수	(소프트웨어테스트항목수/투입공수)
	시스템 시험 생산성	시스템 테스트 항목수, 투입공수	(시스템 테스트 항목수/투입공수)
	변경사항의 시험 생산성	변경사항 시험 항목수, 투입공수	(변경사항 시험항목수/투입공수)
요구사항	시스템요구항목과의 일치비율	소프트웨어 요구 분석 수, 시스템 요구 분석내의 소프트웨어 요구 수	(소프트웨어요구 분석 수/ 시스템 요구 분석내의 소프트웨어 요구 수)*100
	시스템 요구 항목 일치 비율	시스템 기능 요구 개수, 시스템 비 기능 요구 개수, 고객 요구 사항	(시스템 기능 요구개수+시스템 비기능 요구개수)/고객요구사항*100
	요구사항들과 시스템 컴포넌트의 매핑 비율	시스템 컴포넌트 개수, 시스템 요구사항 개수	(시스템 컴포넌트 개수/ 시스템 요구사항 개수)*100
	고객의 요구사항 변경 비율	수정된 요구사항 수, 고객에게 전달된 요구 사항 수	(수정된 요구사항 수/ 고객에게 전달된 요구 사항 수)
	소프트웨어 확인 기준 비율	요구사항에 의한 확인 기준 수, 소프트웨어 전체 확인 기준	(요구사항에 의한 확인 기준/ 소프트웨어전체 확인 기준)*100
	소프트웨어 요구분석과의 일치 비율	소프트웨어 설계 항목 수, 소프트웨어 요구 분석 수	(소프트웨어 설계 항목 수/ 소프트웨어 요구 분석 수)*100
	소프트웨어 요구 사항 커버리지 비율	테스트 된 소프트웨어 요구사항 수, 소프트웨어 요구사항 총 개수	(테스트 된 소프트웨어 요구사항 수/ 소프트웨어 요구사항 총 개수)*100
	시스템 요구사항 커버리지 비율	테스트 된 시스템 인터페이스 요구사항의 개수 (또는 시스템 구성 모듈수, 컴포넌트 수), 통합을 위한 총 테스트 케이스 수(A<=B)	(테스트 된 시스템 인터페이스 요구사항의 개 수/ 통합을 위한 총 테스트 케이스 수)*100
	시스템 요구사항 커버리지 비율	테스트 된 시스템 요구사항 개수, 시스템 요구사항 테스트 케이스 (단, B>=A)	(테스트 된 시스템 요구사항 개수/ 시스템 요구사항 테스트 케이스)*100

(중략)

를 구축하며, 실제 산업계에 적용되기 전에 연구결과의 타당성을 검증하기 위한 것이다. 소프트웨어 개발 시 공학적인 관점과 실험적인 관점을 동시에 고려하는 접근 방법을 체계적으로 적용함으로써 소프트웨어 개발 조직이 정량적인 데이터에 기반 하여 의사결정을 할 수 있도록 한다. 이러한 점에서 실증적 연구는 중요한 역할을 한다[14].

본 논문에서 핵심이 되는 표준 척도 적용의 실제 필드 실험을 통해 표준 척도의 타당성과 향후 프로세스 개선 효과를 예측 하고자 한다.

PAC별 세부 프로세스 PA 달성 정도 측정에 사용 될 때에는 <표 7>과 같이 수정 되어야 한다.

그러나 PAC와 하나의 척도만이 매핑 되지 않음을 ISO/IEC 15504와 CMMI KPA간의 대응관계로 알 수 있다 [8]. 따라서 각 세부 프로세스마다의 기본 목적을 최대한 커버할 수 있는 척도들로 매핑을 하였다.

4.1 척도 적용 방법

먼저 국내 SI 업체의 실제 프로젝트 데이터를 중심으로

측정치를 선별하고 제안된 표준 척도에 적용하여 척도의 타당성을 밝히고, 프로세스 개선효과를 ISO/IEC 15504 심사를 통해 살펴보았다.

최근 ISO/IEC 15504 심사에서 수집한 데이터를 가지고 실험 하였다. A사의 경우 능력 수준 3의 목표를 두고 ENG PAC 프로세스 심사를 받았다. 이에 따라 ISO/IEC 15504 수준 2(Managed Process)의 PA 2.1(수행관리), PA 2.2(작업산출물 관리), PA 3.2(프로세스 자원할당) 속성에 표준 척도 적용을 GQM 방법을 이용하여 <표 6>과 같이 정의하였다. <표 8>에서 질문(Question)은 ISO/IEC 15504 Part 5 표준을 참고하여 정의하였다. 그러나 정확히 PA의Goal에 일치하는 Question을 찾고, 척도를 결정하기에는 수집 데이터가 그리 많지 않았기 때문에 그 중에서 전반적으로 PA의 Goal을 만족할 만한 Question을 기준으로 관련 표준 척도를 선정하였다.

데이터 수집은 계산할 수 있는 데이터를 뽑을 수 있도록 신뢰성이 증명된 정량적인 설문서[5]를 이용하여 (그림 3)과 같이 정리하였다

그러나 <표 8>에서와 같이 정확히 PA의 Goal에 일치하

<표 7> 프로세스와 척도의 매핑

범주	척도 명	프로세스 영역
비용	예산대비 실제 공수 비율	MAN.3 Project Management
	예산대비 실제 비용 비율	MAN.3 Project Management
일정	목표대비 진척도 비율	MAN.3 Project Management
	프로젝트 추적 및 감독 보고 회수	MAN.3 Project Management
생산성	시스템 분석 생산성	ENG.1 Requirement elicitation
	시스템 설계 생산성	ENG.1 Requirement elicitation
	소프트웨어 요구 분석 생산성	ENG.4 Software requirement analysis
	소프트웨어 구축 생산성	ENG.4 Software requirement analysis
	소프트웨어 설계 생산성	ENG.5 Software design
	소프트웨어 시험 생산성	ENG.6 Software construction
	시스템 시험 생산성	ENG.7 Software integration
요구사항	변경사항의 시험 생산성	ENG.12 System and software maintenance
	시스템요구항목과의 일치비율	ENG.1 Requirement elicitation
	시스템 요구 항목 일치 비율	ENG.2 System requirement analysis
	요구사항들과 시스템 컴포넌트의 매핑 비율	ENG.3 System architecture design
	고객의 요구사항 변경 비율	ENG.4 Software requirement analysis, CFG.4 Change Request Management
	소프트웨어 확인 기준 비율	ENG.4 Software requirement analysis
	소프트웨어 요구분석과의 일치 비율	ENG.5 Software design
	소프트웨어 요구 사항 커버리지 비율	ENG.8 Software testing
	시스템 요구사항 커버리지 비율	ENG.10 System testing
	시스템 요구사항 커버리지 비율	ENG.11 Software installation

<표 8> 능력 수준 2, 3 측정을 위한 척도 적용 정의서

(단위: %)

프로세스 속성(Goal)	질문(Question)	관련 표준 척도(Metrics)	기대치
PA 2.1 : Performance Management	- 자원 요구사항이 필요할 때 기록적 정보에 근거하는가? - 자원 요구사항이 가능한 자원과 일치하는가? - 자원 요구사항이 프로세스 측정에 근거하는가? - 추정에 사용된 프로세스 척도가 식별되고 사용되는가? - 추정치가 일상적으로 유지되고 프로세스 수행 추적에 사용되는가?	시스템 요구항목과의 일치 비율 예산 대비 실제 비용 비율 위험 처리 비율 계획대비 실제 검토 수행 비율 전체 대비 해결 문제 비율	50<=비용 <=100
PA 2.2 : Work Product Management	- 작업산출물에 대한 요구사항이 정의 되는가? - 작업산출물의 문서작성과 컨트롤의 정의가 되는가? - 작업산출물의 식별이 되는가? - 작업산출물이 요구사항과 맞는지 리뷰하고 조정하는가?	개발 생성 문서 비율 전체 대비 검증 형상 항목 비율 계획대비 실제 검토 수행 비율 검증된 요구 조건 비율	50<=비용 <=100
중 략			
PA3.2 : Process deployment	- 표준 프로세스에 기초한 조정 및 정의한 프로세스가 표준 프로세스에 적합한 지 검증되는가? - 프로세스 전개를 위한 자원과 정보가 할당 되는가? - 정의한 프로세스 성능을 지원할 수 있는 인프라가 제공되는가? - 프로세스 성능에 관한 데이터 수집과 분석의 적합성과 효율성을 분석하는가?	예산대비 실제 공수비율 예산대비 실제 비용 비율 목표달성 된 고객 요구사항 비율 사용된 척도의 수(직접)	50<=비용 <=100

1. Project Profile

- 1) 프로젝트명 : 시스템 구축 프로젝트
- 2) 프로젝트 성격 : 개발
- 3) 프로젝트 수행 기간

계획	실적
프로젝트 시작일	2002-04-01
프로젝트 종료일	2002-07-22
계획/요구분석 단계 시작일	2002-04-01
계획/요구분석 단계 종료일	2002-05-07
기본설계/상세설계 단계 시작일	2002-05-08
기본설계/상세설계 단계 종료일	2002-05-08
구현 단계 시작일	2002-06-17
구현 단계 종료일	2002-07-05
시험 단계 시작일	2002-07-08
시험 단계 종료일	2002-07-19

4) 프로젝트 Size의 상세한 집계

계획	실적
총 계획 SLOC 수	27,454 SLOC
총 계획 MM(수입공수)	37.65 MM
실적 SLOC 수	33861 SLOC
실적 MM(수입공수)	2,184 MM
프로젝트 계획/요구분석 단계 MM(수입공수)	100 MM
기본설계/상세설계 단계 MM(수입공수)	100 MM
구현 단계 MM(수입공수)	100 MM
시험 단계 MM(수입공수)	189 MM

- 5) 프로젝트 수행 경험
- 가. 산출물의 크기

(그림 3) A사의 Profile

는 Question을 찾고, 척도를 결정하기에는 수집 데이터가 그리 많지 않았기 때문에 그 중에서 전반적으로 PA의 Goal을 만족 할 만한 Question을 기준으로 관련 표준 척도를 선정하였다.

<표 8>은 PA 2.1의 Goal: 프로세스의 수행이 시간 및 자원 요구 한도 내에서 작업 산출물을 생산하는 정도를 결정 하기 위해, 프로세스의 계획 및 추적을 가능하게 하기 위해 자원 요구사항(resource requirement)을 식별한다.

• 질문(Question) : 다음과 같은 질문을 만든다.

이 질문은 활동 수행 특성을 참조하여 작성되었다.

- 자원 요구사항이 필요할 때 기록적 정보에 근거하는가?

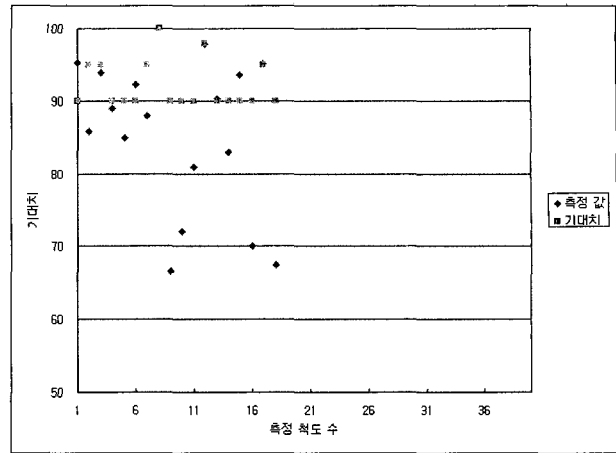
- 자원 요구사항이 가능한 자원과 일치하는가?
- 자원 요구사항이 프로세스 측정에 근거하는가?
- 추정에 사용된 프로세스 척도가 식별되고 사용되는가?
- 추정치가 일상적으로 유지되고 프로세스 수행 추정에 사용되는가?

- 관련 표준 척도(Metrics): 활동 수행 특성과 자원 및 기반 구조 특성을 참조하여 <표 8>과 같은 표준 척도를 선택할 수 있다.
- 기대치는 표준 척도의 측정 기대치를 말한다.

4.2 실험 결과 분석

(그림 4)는 능력 수준 2, 3 측정을 위한 척도 적용 정의서를 기반으로 각 척도 별로 측정된 측정값들의 분산을 표현한 것이다.

측정된 총 척도의 수는 20개이고, 첫 번째 시스템 요구사항목과의 일치 비율의 측정값이 92.3으로 산출 되었다. 이는 기대치 범위에 포함되게 측정되었음을 알 수 있었다. 그 외 다른 19개의 척도들에 측정값들을 입력한 후의 분포를 살펴본 결과 기대치 범위 안에 측정값이 포함되게 산출 되었다. 결과적으로 측정에 사용된 관련 척도들이 타당하게 설계되



(그림 4) 척도 분석

있음을 알 수 있다. 이는 또한 ISO/IEC 15504 심사 프로세스 능력 수준 측정에도 활용 되어질 수 있음을 보여 준다.

능력 수준 2, 3 측정을 위한 척도 적용 정의서를 각 심사자 별로 심사 시에 각각 값을 입력하게 된다. 입력 도구는 (그림 5)와 같이 엑셀을 이용하여 설계하였다. 이때 값의 결정은 자격을 갖춘 심사원들의 판단에 의해 결정되어진다.

A		B					C	D	E	F	G	H	I
Process Capability Metric Table(PCMT)													
심사업체명 : A사													
PA2.1	구분						검사표1	검사표2	검사표3	검사표4	검사표5	합계	평균
	GPI를 위한 설문												
	Goal: 프로세스가 관리되어야 한다.												
	Q1.자원 요구사항이 필요할 때 기록적 정보에 근거하는가?						85	85	50	100	100	420	84
	Q2.자원 요구사항이 가능한 자원과 일치하는가?						85	85	50	100	85	405	81
	Q3.자원 요구사항이 프로세스 측정에 근거하는가?						100	100	100	85	50	435	87
	Q4.추정에 사용된 프로세스 척도가 식별되고 사용되는가?						85	100	100	100	100	485	97
	Q5.추정치가 일상적으로 유지되고 프로세스 수행 추정에 사용되는가?						100	85	100	100	100	485	97
	GRI를 위한 설문												
	Goal: 프로세스가 관리되어야 한다.												
	Q1.식별된 전문가와 책임에 의한 조적이 있는가?						100	85	85	100	85	455	91
	Q2.프로젝트의 계획, 관리, 콘트롤 도구 적용이 이루어지고 있는가?						100	100	100	50	50	400	80
	Q3.WorkFlow 가 관리되고 있는가?						85	100	85	85	85	440	88
	Q4.e-mail 과 같은 의사 전달 메커니즘이 있는가?						100	100	100	50	50	400	80
	Q5.problem, issue, defect, risk를 관리하는 메커니즘이 존재하는가?						100	100	85	85	50	420	84
	GWPI를 위한 설문												
	Goal: 프로세스가 관리되어야 한다.												
	Q1.프로세스 성능의 모니터링에 의한 평가 보고서가 있는가?						100	100	100	85	50	435	87
	Q2.계획서가 작성 되어있는가?						100	100	100	50	50	400	80
	Q3.수정작업, 리뷰회의, 의사 전달에 관한 레코드가 작성되어 있는가?						100	85	85	50	85	405	81
Q4.수정작업에 관한 정보가 등록 되어 있는가?						100	100	100	85	85	470	94	
Q5.식별된 위험의 모니터링이 이루어지고 있는가?						50	50	100	85	100	285	57	
PA2.2	GPI를 위한 설문												
	Goal: 작업산출물이 관리되어야 한다.												
	Q1. WP의 요구사항의 정의가 되어져 있는가?						85	85	85	50	50	355	71
	Q2.요구사항정의,용량기준식별,리뷰결과 및 승인기준정의가 되어져 있는가?						50	100	100	85	50	385	77
	Q3.WP의 문서작성과 콘트롤의 정의가 되어져 있는가?						100	100	100	85	100	485	97
	Q4.변경관리,WP의 콘트롤수준 추적활동식별,산출물간의종속성이 있는가?						50	50	85	50	100	335	67
	Q5.WP의 리뷰와 조정이 이루어지고 있는가?						85	50	50	15	85	285	57
	GRI를 위한 설문												
	Goal: 작업산출물이 관리되어야 한다.												
	Q1.협상관리 시스템이 있는가?						85	100	100	50	100	435	87
	Q2.의사전달 메커니즘이 존재하는가?						50	100	85	85	85	405	81
	Q3.Problem과 Issue의 관리 메커니즘이 존재하는가?						100	100	85	50	100	435	87
	Q4.요구사항관리와 리뷰관리 방법과 도구들이 존재하는가?						100	100	85	100	100	485	97
	Q5.회안과 관리절차를 위한 문서가 존재하는가?						100	85	85	85	85	440	88
	GWPI를 위한 설문												
	Goal: 작업산출물이 관리되어야 한다.												
	Q1. WP 리뷰보고서가 있는가?						100	100	100	100	100	500	100
	Q2.계획서가 작성 되어있는가?						100	50	50	100	100	400	80
	Q3.WP 문서의 상태 레코드가 있는가?						100	100	85	100	50	435	87
	Q4. WP와 구성활동의 지정이 되어 있는가?						100	100	100	50	100	450	90
Q5. WP의 변경 모니터링을 지원하고 있는가?						100	50	50	100	85	385	77	
합계	합계					3165	3225	3140	2900	2810	15300	3060	
평균	평균					88	89	87	89	85	278	55.64	
PCM(Process Capability Metric)										2.78			

(그림 5) 프로세스 능력 결정 척도 테이블

심사원이 소수일 경우에는 편차가 커질 수 있으므로 적정 수(8-12명)의 심사원들의 참여가 필요하다. 그리고 다음의 몇 가지 전제 조건을 따라야 타당한 프로세스 능력 수준을 얻을 수 있다.

- 목표한 수준보다 한 단계 상위 수준의 지표 항목까지 심사한다.
- ISO/IEC 15504 Part 5 표준에서 일반적 활동 항목(GPI)은 필수적으로 모두 선택하여 평가하고 기타 활동 항목은 심사원 합의 후 통일하여 선택한 후 측정한다.
- 같은 일반적 활동 항목에 대한 평가는 여러 심사원들의 평가 점수 평균으로 측정 한다

각 프로세스의 능력을 측정하기 위한 프로세스 능력 결정 척도는 다음과 같은 함수로 정의한다.

$$PCM = 5 \times \left(\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{100} \right) \times \frac{1}{n}$$

PCM=Process Capability Metric
 5 = 능력 수준 (수준1~수준 5)
 Qi =항목별 측정된 값(평균값)
 n =측정한 항목 수

5. 결론 및 향후 연구

프로세스 심사 및 개선 모델인 ISO/IEC 15504, CMMI등은 이미 널리 사용되는 모델이지만 활동 및 지침에 초점을 맞추고 있으므로 목적달성이나 활동의 수행 정도를 구체적으로 나타내고 측정할 수 있는 표준 척도는 제시하고 있지 않다. 표준 척도는 조직 및 프로젝트를 심사하는 심사원이나 피 심사원의 자체적인 수준을 객관적으로 측정할 수 있는 데이터를 제공하여 준다. 또한 프로세스 심사의 목적은 개선이라고 볼 때 측정을 기반으로 한 개선이 바람직하다. 이 방법은 측정 결과의 지속적인 수집을 가능하게 하여 지속적인 개선이 일어날 수 있도록 하고 가시적인 결과와 보다 객관적인 증거를 제시하여 준다.

따라서 본 논문에서는 프로세스 개선을 예측 하는데 객관적인 증거를 제시하기 위해 프로세스 측정을 위한 표준 척도를 설계하였고, 이를 적용한 결과 척도 설계의 타당성을 척도분석을 통해 살펴보았으며, 이는 또한 프로세스 능력 수준도 결정되어짐을 알 수 있었다. 그리고 지속적인 측정 값 수집을 통한 조직의 프로세스 개선 예측이 가능하므로 자원의 효과적 분배와 문제발생에 대한 조기 대응 등이 가능하게 되어 프로젝트 성공확률을 증대시킬 수 있다.

본 논문을 기반으로 향후 연구로 좀 더 다양한 프로젝트 데이터의 측정된 결과들을 지속적으로 수집 분석하여 척도들을 적절히 조정함으로써 표준 척도로서의 사용성을 높일 수 있도록 연구를 추진하고, 프로세스 능력 수준별 목표표

달성할 수 있는 수준별 상세 척도 정의 활동을 추진 하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 9126-1,2,3,4 Information Technology - Software Product Quality, 2000.
- [2] 황선명, "소프트웨어 프로세스 측정절차와 척도 설계," 정보처리학회논문지D, 제10-D권 제4호, 2003.
- [3] 염희균, 김상영, 김진삼, 황선명, "소프트웨어 프로세스 측정을 위한 CMMI 프로세스 척도 설계", 추계정보처리학회, 제11권 제2호, 2004.
- [4] Azuma, "Software Quality Evaluation System: Quality Models Metrics and Processes - International Standards and Japanese Practice", Information and Software Technology, 1996.
- [5] Ki-Won Song, "Research about confidence verification of KPA question item through SEI Maturity Questionnaire's calibration and SPICE Level metathesis modeling", SERA03, San Francisco, 2003.
- [6] Eun-Ser Lee, Sun-Myung Hwang, "Software Design Method enhanced by Appended Security Requirements", LNCS, 3331, pp.578-585, 2004.
- [7] Sun-Myung Hwang, "A Design of Configuration Management Practice and CMPET in CC Based on SW Process Improvement Activity", LNCS, 3043, pp.481-490, 2004.
- [8] Sun-Myung Hwang, Hye-Mee Kim, "A Study on Metrics for Supporting the Software Process Improvement based on SPICE", SERA04, Los Angeles, 2004.
- [9] El-Emam, K., Jung, H.-W. "An evaluation of the ISO/IEC 15504 assessment model." Journal of Systems and Software 59(1), 23-41, 2001.
- [10] Fusaro, P., El-Emam K, Smith, B. "Evaluating the interrater agreement of process capability ratings." In Proceedings of the Fourth International Software Metrics Symposium, 2-11, 1997.
- [11] Jung, H.-W. "Evaluation the internal consistency of SPICE process capability indicators." submitted for publication, 2002.
- [12] KSPICE. 2001. A Guideline for KSPICE Assessment Procedure. Korea SPICE.
- [13] N.E.Fenton, S.L.Pfleeger, Software Metrics-A Rigorous & Practical Approach, Second Edition, PWS Publishing Company, 1997
- [14] D.E.Perry, A.A.Porter, L.G.Votta, Empirical Studies of Software Engineering : A Roadmap, Future of Software Engineering, Limerick, Ireland, 2000



항 선 명

e-mail : sunhwang@dju.ac.kr
1982년 중앙대학교 전자계산학과(이학사)
1984년 중앙대학교 소프트웨어공학전공
(이학석사)
1987년 중앙대학교 소프트웨어공학전공
(이학박사)

2000년~현재 한국S/W프로세스심사인협회(KASPA) 이사
2000년~현재 한국정보처리학회 논문지 편집위원
1997년~현재 ISO/IEC JTC7/WG10 한국운영위원
1998년~현재 한국정보통신기술협회TTA 특별위원
1989년~현재 대전대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야: 소프트웨어 프로세스 모델, 품질 매트릭스, 소프트웨어공학 표준화, 컴포넌트 품질측정, 테스트 방법론 등



염 희 균

e-mail : yeom@dju.ac.kr
2000년 우송대학교 관광경영학과
(관광경영학사)
2002년 대전대학교 소프트웨어공학전공
(공학석사)
2004년~현재 대전대학교 소프트웨어공학
전공 박사과정

관심분야: 소프트웨어 프로세스 모델, 품질 매트릭스, 소프트웨어공학 표준화, 컴포넌트 품질측정, 테스트 방법론 등