

소프트웨어 프로세스 측정을 위한 CMMI 프로세스 매트릭스 설계

염희균*, 김상영*, 김진삼**, 황선명*

*대전대학교 컴퓨터공학과

e-mail: yhg1124@zeus.dju.ac.kr

Design of CMMI Process Metrics for Software Process measurement

Hee-Gyun Yeom*, Sang-Young Kim*, Jin-Sam Kim** Sun-Myung Hwang*

*Dept of Computer Science, DaeJeon University

**ETRI

요 약

대표적인 소프트웨어 프로세스 심사모델로서 ISO/IEC 15504(일명 SPICE)와 CMMI는 숙련된 전문 심사원을 통하여 소프트웨어 프로세스의 능력수준을 결정한다. 그러나 이들 모델들은 프로세스 측정을 위한 체계적인 매트릭스를 제공하지 않으므로 심사원은 심사대상 프로세스의 정량적인 수준 측정을 위하여 주관적인 판단을 통해 프로세스를 평가해 오고 있다. 본 논문에서는 프로세스의 정량적이고 객관적인 측정을 위하여 기초 품질 매트릭스를 정의하고 CMMI에서 정의한 프로세스 분야에 대한 표준 매트릭스를 제안한다. 또한 표준 매트릭스를 조직에 적용하기 위한 프로세스 측정 절차와 가이드라인을 제시한다.

1. 서론

최근 소프트웨어 프로세스를 개선하여 소프트웨어 품질을 향상시키고 조직의 개발능력과 생산성을 향상시키고자 하는 여러 접근 방법들이 시도되고 있다. 소프트웨어 프로세스 심사(Process Assessment)를 통해 프로세스의 능력을 알아 볼 수 있고, 심사 결과를 토대로 조직 내 프로세스에 내재한 장점, 약점, 위험을 식별하고 대응하여 프로세스의 개선을 기대할 수 있다[1][7][8].

본 논문은 소프트웨어 제품의 품질 측정의 차원이 아닌 프로세스 차원에서 프로젝트 수행 프로세스를 측정 하는 절차를 정의하고 프로세스 심사 모델에서 정의된 핵심 프로세스를 정량적으로 측정할 수 있는 표준 매트릭스들을 제시하고자 한다. 2장에서는 대표적인 소프트웨어 프로세스 능력 평가 모델을 간단히 설명하고, 3장에서는 프로세스 측정 매트릭스에 대해서 정의하고, 4장에서는 매트릭스 활용을 위한 프로세스 측정 절차에 대해서 설명하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺고자 한다.

2. 소프트웨어 프로세스 능력 평가 모델

일반적으로 소프트웨어를 개발하는 조직의 성숙도가 높을수록 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.

2.1 SPICE

SPICE는 CMMI와 마찬가지로 조직의 프로세스를 개선하기 위한 활동을 지원하기 위하여 현재의 프로세스 상태를 파악하여 성숙한 능력 수준을 측정한다. SPICE에서 정의하고 있는 프로세스는 3개의 프로세스인 Primary, Organization, Support로 대별하고 있다. 그리고 이를 다시 9개의 그룹(조달, 공급, 공학, 관리, 프로세스 개선, 자원 및 인프라, 재사용, 구성관리, 품질보증)으로 세분화하고 있다. 전체적으로는 48개의 프로세스가 정의하고 있다[6][8].

본 연구는 한국전자통신연구원 "정량적인 프로세스 관리 방안에 관한 연구"의 시원으로 수행되었음

<표 1> SPICE의 프로세스 정의

PRIMARY Life Cycle Processes		ORGANIZATIONAL Life Cycle Processes
1. Acquisition Group ACO.1 Acquisition preparation ACO.2 Supplier selection ACO.3 Supplier monitoring ACO.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 PI.M.1 Process establishment PI.M.2 Process assessment PI.M.3 Process Improvement 3. Resource & Infrastructure Group RI.N.1 Human resource management RI.N.2 Training RI.N.3 Knowledge management RI.N.4 Infrastructure 4. Reuse Group RE.U.1 Asset management RE.U.2 Reuse program management RE.U.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	

2.2 CMMI

SEI는 지난 10년간 보급해왔던 SW-CMM을 2003년 말을 기점으로 폐지하며, 현재는 2002년 확정된 CMMI를 보급하고 있다[5].

CMMI에서 프로세스 차원은 4개의 범주(category)인 프로세스 관리, 프로젝트 관리, 공학, 지원으로 구분된다. 프로세스 관리 범주는 다시 5개의 프로세스 분야(PA: Process Area)로 구성되고, 프로젝트 관리 범주는 8개의 PA, 공학 범주는 6개의 PA, 지원 범주는 6개의 PA로 구성되어 있다. 그 내용은 그림 1로 요약될 수 있다.

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 (3)
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	RISK (3)
	6. Integrated Teaming (IPT)	IT (2)
Engineering	1. Integrated Supplier Management (ISM)	ISM (3)
	2. Quantitative Project Management	QPM (4)
	1. Requirements Management	REQM (2)
	2. Requirements Development	RD (3)
	3. Technical Solution	TS (3)
	4. Product Integration	PI (3)
Support	5. Verification	VER (3)
	6. Validation	VAL (3)
	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 (OPEI)	OPEI (3)	

<그림 1> CMMI에서 프로세스 정의

2.3 CMMI의 능력 차원

CMMI의 능력 수준은 SPICE와 같이 능력 수준을 0부터 5가지로 정의하고 있다. 능력 수준의 판단은 GP(Generic Practices)의 달성 정도를 가지고 판단하며, 각 능력 수준의 정의와 해당 GP는 다음 표 2와 같다.

<표 2> CMMI 능력 수준 정의 및 GP

능력 수준 정의	GP
능력수준1 (Performed)	GP1.1기초업무 수행
능력수준2 (Managed)	GP2.1 프로세스를 계획하고 수행하기 위한 조직의 방향을 수립하고 유지관리
	GP 2.2 프로세스를 계획하고 수행하기 위한 계획서를 수립하고 유지관리
	GP 2.3 프로세스를 수행하고, 작업산출물을 개발하며, 프로세스의 서비스를 제공하기 위하여 적절한 자원을 제공
	GP 2.4 프로세스를 수행하고, 작업산출물을 개발하며, 프로세스의 서비스를 제공하기 위하여 책임과 권한을 할당
	GP 2.5 프로세스를 수행하고 지원하는 사람들을 훈련(Train People)
	GP 2.6 작업 산출물의 구성관리 실시
능력수준 3 (Defined)	GP 2.7 프로세스를 수행하는 동안 관련 이해관계자를 식별하고 포함
	GP 2.8 프로세스를 감시하고 통제 (Monitor and Control the Process)
	GP 2.9 프로세스가 프로세스 기술서, 표준, 절차를 준수하는지 객관적으로 평가하고 부적합을 해결(Objectively Evaluate Adherence)
	GP 2.10 상위 관리자와 함께 프로세스의 활동, 상태, 결과를 검토하고 문제점 해결
능력수준 4 (Quantitatively managed)	GP 3.1 정의된 프로세스의 "프로세스 기술서"를 만들고 유지관리
	GP 3.2 개선 정보 수집
능력수준 5 (Optimizing)	GP 4.1 프로세스의 계량적인 목적 수립
	GP 4.2 하위 프로세스 수행의 안정화
	GP 5.1 지속적인 프로세스 개선 보장
	GP5.2 문제의 근원을 제거

3. 프로세스 측정 매트릭스

3.1 품질 관리 시스템 적용 범위와 지침

품질관리를 시스템화 시키고 이의 활용성을 높이는 목적은 감사와 평가를 통해 지속적인 개선을 유도하고 최고 경영자 및 참여자의 효율성과 만족성을 고취시키는데 있다. 품질관리활동이 원활히 이루어지기 위해서는 품질관리체계와 이들의 적용범위 및 관련 절차 및 지침이 만들어지고 이들을 실행시키기 위한 매트릭스와 구체적인 템플릿이 제공되어야 한다.

3.2 표준 매트릭스 정의

QMS의 효과를 극대화시키기 위하여 수행활동의 정량적 측정을 위한 매트릭스가 필수적으로 제공되어야 한다. 실제로 SPICE나 CMMI의 프로세스 수준이 능력수준 4 이상을 갖추기 위해서는 정량적인 프로세스 관리가 이루어져야 하며 모든 활동(기본활

동, 관리활동)들이 계량화 되어야 가능하다. 본 논문에서 조사한 자료에 의하면 품질 프로세스 관리를 원만히 운영하는 국내 업체들의 관리 척도를 정리하면 소프트웨어 제품크기, 개발일정, 공수(MM), 개발비용, 컴퓨터 자원, 변경, 위험과 결합 등으로 기초적인 매트릭스들을 구분하고 있다 [2][3][4]. 이 같은 품질 프로세스를 위해 측정해야 할 프로세스 관리 지표와 이들의 산출 공식을 정리하고 이들을 통해 전체 SPI가 이루어지도록 CMMI 모델을 대상으로 프로세스별 측정 매트릭스를 설정하였다. 다음 표 3은 기초 품질 매트릭스를 정의한 것이다.

<표 3> 기초 품질 매트릭스

지표명	산출공식
계획공정 준수율	(실행공정수/계획공정수) * 100
공정 진도율	(실제진도/계획진도) * 100
계획투입공수 준수율	(실제투입공수/계획 투입공수) * 100
계획예산 준수율	(집행예산/계획예산) * 100
공정별 생산성	분석 : 요구사항수/투입공수 실 계 : 설계항목수/투입공수 구 현 : 산출물크기(FP/LOC)/투입공수 테스트 : 테스트항목수/투입공수
산정대비규모 준수율	(실제크기/계획된 크기) * 100%
컴퓨터자원 준수율	(실제 컴퓨터자원/산정된 컴퓨터자원) * 100
요구사항 변경율	(변경된 요구사항 수/최초 요구사항 수) * 100
위험 발생비율	(실현된 위험 수/파악된 위험 수) * 100
발견대비 결합제거비율	(제거된 결합 수/발견된 결합 수) * 100

3.3 CMMI 프로세스 측정 매트릭스

CMMI 에서 살펴보았듯이 4개의 범주(Category)인 프로세스관리, 프로젝트관리, 공학, 지원으로 구분된다. 프로세스관리는 5개의 프로세스 분야(PA)로 구성되고, 프로젝트 관리 범주는 8개의 PA, 공학 범주는 6개의 PA, 지원 범주는 6개의 PA로 구성되어 있다. 각 PA별 목표와 이에 따른 활동들의 달성 정도를 측정하기 위하여 설정된 기본 매트릭스와 이를 기반으로 한 복합 매트릭스의 개발을 통하여 각 프로세스의 달성 정도를 파악 할 수 있다. 이들 매트릭스의 수집을 통하여 해당 프로세스의 달성 정도를 파악할 수 있으며 이들의 분석과 해석을 통하여 프로세스 개선을 이루어 나갈 수 있으므로 능력 수준 4에 도달하기 위해서는 이 같은 활동이 필수적으로 수행되어야 한다.

<표 4> CMMI 프로세스와 측정 매트릭스

PA	GP	메트릭스
PP	GP2.7	요구사항 개수
		요구사항 변경 요청 개수
		실제 변경된 요구사항 개수
PMC	GP2.8	Size Estimates
		Effort/Cost Estimates
		계획 투입 인원 수
		CCR Estimates
		Schedule 예정 시작일/예정 종료일
		리스크 개수(총건수, 발생건수, 해결건수, 미해결건수)
		이슈 개수(총건수, 해결건수, 미해결건수)
프로젝트 계획 수립 진척도		
CM	GP2.6	프로젝트 계획 수립 투입 공수 Estimates/Actual/Re-estimates
		Size Actual/Re-estimates
		Effort Actual/Re-estimates
		실제 투입 인원수
		CCR Actual/Re-estimates
		Schedule 예정시작일/실제 시작일 차이, 예정 종료일/실제 종료일 차이
		리스크 개수(총건수, 발생건수, 해결수, 미해결수 등)
이슈 개수(총건수, 해결건수, 미해결건수)		
PPQA	GP2.9	프로젝트 추적 투입 공수
		SQA 투입 공수 Estimates/Actual Re-estimates
		SQA 활동 계획 대비 실적 건수
MA	GP2.8	결합 건수/시정조치 건수/완료 건수
		구성관리 투입 공수 Estimates/Actual/Re-estimates
		구성항목 개수
OPF	GP3.2	구성항목 변경 요청 개수
		실제 변경된 구성항목 개수
		베이스라인 감사 활동 계획 대비 실적 건수
OPD	GP3.1	베이스라인 감사 부적합 건수/시정조치 건수/완료 건수
		Pilot 프로세스 평가(만족도) 결과
		프로세스 개선 투입 공수 Estimates/Actual/Re-estimates
TP	GG3	프로세스 개발 투입 공수 Estimates/Actual/Re-estimates
		프로세스 문서 전체 개수
		프로세스 문서 변경 요청 개수
IPM	GP3.1	실제 변경된 프로세스 문서 개수
		개인별 참석 교육일/일수/성적
		개인별 필수 교육 이수 여부
		교육계획 대비 실제 교육진행 건수
		과정별 계획대비 실제 교육참석자 수
		교육면제자 수
		교육 과정별 1차 평가 결과(교육생)
		교육 과정별 2차 평가 결과(교육생/PM포함)
		Size Estimates/Actual/Re-estimates
		Size Contingency/Threshold
Secondary Size Estimates/Actual/Re-estimates		
Effort Estimates/Actual/Re-estimates		
계획/실제 투입 인원 수		
Effort/Cost Threshold		
Productivity		
CCR Estimates/Actual/Re-estimates		
CCR Threshold		
Schedule 예정시작일/실제 시작일 차이, 예정 종료일/실제 종료일 차이		
Schedule Threshold		
리스크 개수(총건수, 발생건수, 해결수, 미해결수 등)		
이슈 개수(총건수, 해결건수, 미해결건수)		
프로젝트 관리에 소요된 공수		
PI (v&v)	GG3	테스트 수준별 Defect 수
		테스트 Coverage
		요구사항 Coverage
IT	GG3	Defect Density, Hrs/Defect
		단개별 요구사항 반영 현황
		그룹간 조정 활동 투입공수
PR	GG1	Inspection 대상 산출물 Size, N&C Size, Surround Size
		Overview Time, Preparation Time, Inspection Time
		# Major Defects, # Minor Defects, # Open Items
		Preparation Rate, Inspection Rate, Defect Density, Hrs/Defect
		계획 대비 Inspection 실시 건수
GG1, GG2	GG2	계획 대비 Insection 실패 투입 공수
		계획 대비 Insection한 작업산출물의 수(Size)

PA:	GP:	메트릭스
OPP	GP4.1	계획 대비 실제 결함 또는 에러수(결함 또는 에러/KSLOC)[PDR,DDR 단계]
		계획 대비 실제 결함 또는 에러수(결함 또는 에러/KSLOC)[코딩 단계]
		공정 데이터베이스 실효(전체 프로젝트 공정 척도를 대상)
		제품에 잔존하고 있는 에러의 분포와 특성을 파악(코드 검사와 테스트 단계에서의 에러 데이터를 토대)
		주요 공정 단계를 위한 소프트웨어 생산성 분석
		정량적 프로세스 관리에 소요된 일평균 비용
QPM	GP4.1	정량적 프로세스 관리에 필요한 데이터 수
		정량적 프로세스 관리를 위해 정의된 측정치 수
		결함 또는 에러/KSLOC(실제 또는 예측된 KSLOC 단계별 기능성 시험의 시험범위는 측정되고 기록된다.
		검토 데이터(review data)분석 [PDR,DDR, 코딩 단계]
		유입 단계별, 발견 단계별 결함 제거에 소요된 공수
		유입 단계별, 발견 단계별 결함 제거에 소요된 기간

<그림 2> 프로세스 측정 절차

5. 결론

프로세스 심사의 목적은 조직이 수행하는 소프트웨어 개발 프로세스를 심사하여 수준을 정하고 조직의 강점과 개선점을 발견하여 이를 통해서 프로세스를 개선함으로써 조직이 성장하고 제품의 품질이 향상되도록 하는데 있다. 본 논문에서는 대표적인 프로세스 심사모델인 SPICE와 CMMI의 특징을 살펴보고 기존 프로세스 심사모델에서 제공하지 않는 객관적인 프로세스 측정을 위한 방안으로 CMMI의 각 프로세스를 측정하는 매트릭스를 설계하였다.

또한 제안된 조직의 규모, 프로젝트 유형에 맞게 조정하고 입·출력 산출물의 재정의, 절차 및 지침서의 커스터마이징을 통해서 효율적인 SPI 활동 및 품질평가 및 관리활동이 이루어 질 수 있다.

4. 매트릭스 활용을 위한 프로세스 측정 절차

표준 매트릭스는 프로젝트를 수행하는 조직에서 공식적으로 사용이 허가된 매트릭스를 말하며 실제로 이들을 사용하기 위해서는 조직이나 프로젝트 또는 환경에 따라서 조정이 필요하다. 프로세스 측정 지침은 조직에서 수행하는 프로젝트로부터 측정치를 수립하고 분석하여 프로젝트 관리와 프로세스 개선에 활용하는 것을 목적으로 하며, 조직의 표준 프로세스의 능력을 분석하는데 필요한 절차를 포함한다.

참고문헌

- [1] CMU/SEI, CMM : Capability Maturity Model for Software, V 1.1, 1993
- [2] ISO/IEC 9126-1,2,3,4 Information Technology - Software Product Quality, 2000
- [3] ISO/IEC 14598-1,2,3,4,5,6 Information Technology - Software Product Evaluation, 1999
- [4] Azuma, "Software Quality Evaluation System : Quality Models Metrics and Processes - International Standards and Japanese Practice", Information and Software Technology, 1996
- [5] ARC, "Assessment Requirements for CMMI, Version 1.0", "CMU/SEI-2000-TR-011" Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2000.
- [6] El-Emam, K., Goldenson, D. "SPICE: An empiricist's perspective", Proceedings of the Second IEEE International Software Engineering Standards Symposium, 84-97, 1995.
- [7] El-Emam, K., Madhavji, N.H. "The reliability of measuring organizational maturity", Software Process: Improvement and Practice 1(1), 1995.
- [8] El-Emam, K., "The internal consistency of the ISO/IEC 15504 software process capability scale", Proceedings of the 5th International Symposium on Software Metrics, 1998.

