

# 소프트웨어 프로세스 향상을 위한 능력성숙 모델(CMM)의 진화적 발전에 관한 이론적 분석

고석하,\* 이수정,\*\* 홍정유,\*\*\* 김주성,\*\*\* 경원현\*\*\*

## Theoretical Analysis on the Evolutionary Advancement of Capacity Maturity Models for Software Process Improvement

S.H. Koh, S.J. Lee, J.Y. Hong, J.S. Kim, W.H. Kyeong.

### Abstract

The analysis on the relationships among SPI models and restructuring SPI models according to a common framework makes it possible to compare and integrate the numerous research results about the models. It also makes it possible to assess objectively and accurately the results and benefits of evaluating an organization which has been evaluated according to a partial SPI model according to a new and integrated SPI model.

---

\* 충북대학교 경영정보학과 교수, shkoh@cbucc.chungbuk.ac.kr  
\*\* 충북대학교 경영정보학과 석사과정.  
\*\*\* 충북대학교 경영정보학과 박사과정.

## 1. 서론

소프트웨어 산업계는 지난 40여 년 간 새로운 소프트웨어 개발 방법론과 기술을 개발하고 소프트웨어 생산에 적용해왔다. 그럼에도 불구하고 소프트웨어 산업계는 만족할만한 수준의 생산성의 향상과 소프트웨어 품질의 개선을 얻지 못하고 있다. 그 원인은 소프트웨어 프로세스의 관리가 체계적으로 이루어지고 있지 않기 때문이라고 판단되고 있다[정기원외, 1997]. 따라서 소프트웨어 프로세스의 체계적인 관리를 위해 소프트웨어 프로세스 향상에 대한 여러 가지 방법론, 평가 방법, 그리고 표준들이 제기되고 있다[Batista et al., 2000].

소프트웨어 프로세스는 프로젝트 계획, 설계, 코드, 테스트 케이스, 사용자 메뉴얼 등의 소프트웨어나 관련 제품의 개발과 유지를 위한 활동, 방법, 실행, 변환 등을 말한다. 이러한 소프트웨어 프로세스의 개선은 매우 중요하게 여겨지고 있다. 한 소프트웨어에서 어떠한 결함이 발생한 경우, 그 결함을 해당 소프트웨어에서 제거하기만 한다면, 똑같은 결함이 추후 같은 프로세스에 의하여 생산된 다른 소프트웨어에서 다시 발행할 수 있다. 하지만 이러한 결함을 발생시키는 근본 원인을 프로세스로부터 제거하고 프로세스를 개선시킨다면 이러한 결함은 영원히 다시는 발생하지 않을 것이다. 이러한 소프트웨어 프로세스 향상은 생산성을 향상시키고, 생산 주기를 단축시키며, 무엇보다도 소프트웨어의 품질을 향상시켜 준다 [Butler, 1995; Clark, 20005; Herbseb, 1997; Kautz, 1988; Saiedian & Kuzara, 1995].

소프트웨어 품질 향상을 위한 소프트웨어 프로세스 개선에 대한 노력의 중요성은 이미 오래 전부터 제기되어, SW-CMM (Software Capability Maturity Model), ISO

(The International Organization for Standardization : 국제표준화기구) 9000-3, SPICE (Software Process Improvement and Capability dEtermination)와 같은 접근 방법들이 발표되었다. 그리고, SA-CMM (Software Acquisition Capability Maturity Model), SE-CMM (Systems Engineering Capability Maturity Model), FAA-iCMM (The Federal Aviation Administration Integrated-CMM), People-CMM, CMMI (Capability Maturity Model Integration) 등과 같은 모델들이 SW-CMM으로부터 파생되었으며, BOOTSTRAP, TRILLIUM, TickIT 등과 같은 많은 소프트웨어 프로세스 향상 방법 등이 제시되었다. 실제로, 2001년까지 45개국 2164건의 CMM 평가가 시행되었고, 국제 소프트웨어 프로세서 심사인 협회를 중심으로 소프트웨어 프로세스 능력 향상을 위한 SPICE 심사가 시행되고 있다. 또한, SPI (Software Process Improvement) 모델과 모델 간 관계에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다.

그러나, 이와 같은 접근 방법들은 서로 다른 구조와 형태를 갖고 있어서, 사용자가 이 접근 방법들을 적용하고 그 결과들을 비교하는데 많은 어려움이 따르고 있다. 따라서, 본 연구에서는 여러 가지 파생 모델들이 개발되고, 다른 모델들에 비해 계속적으로 진화하고 있는 CMM 모델들을 대상으로, 유사도 척도를 이용하여 분석하고 재구성하였다.

## 2. 소프트웨어 프로세스 개선 모델의 확산

품질과 생산성의 향상에 관한 연구는 산업화 초기에서부터 시작되었다. EQA (European Quality Assurance), TQC (Total

Quality Control), QMS (Quality Management System) 같은 여러 형태의 접근 방법들이 품질 향상을 위해서 추진되어 왔다. 1988년 미국 정부에 의해 설립된 MBNQA (Malcolm Baldrige National Quality Award)는 매년 최우수 품질을 갖춘 기업을 선정하고 있다. 이러한 기업이나 조직의 품질 향상을 위한 품질관리 노력은 시스템적 접근 방법으로 발전하여 국제적인 품질 시스템의 기준이 제정되었다. ISO 에서 제정한 ISO 9000과 같은 품질경영을 위한 일반적인 표준이 대표적인 예이다.

그러나, 소프트웨어는 제조업과는 다른 개발 프로세스, 관리 프로세스, 제품 품질 특성을 지니고 있다. 따라서 제조업의 품질 관리나 생산성 향상을 위한 기존의 일반적인 품질 시스템과 달리, 소프트웨어만의 품질 향상을 위한 접근 방법이 필요하게 되었다. 1980년대 초기 미 국방성에서는 소프트웨어 개발 업체의 소프트웨어 개발 능력에 대한 판단 착오로 금전적, 시간적, 성능상의 많은 어려움을 겪어왔다. 따라서 미 국방성은 카네기 멜론 대학(Carnegie Mellon University : CMU)의 SEI (Software Engineering Institute)를 통하여 소프트웨어 개발능력을 측정하고, 조직의 소프트웨어 프로세스 성숙 수준을 결정하기 위하여 SCE (Software Capability Evaluation)를 요청하였다. 그 후, IBM의 성숙도 틀을 발전시켜, SEI는 1991년 8월 SW-CMM Version 1.0과 1993년 2월 SW-CMM Version 1.1을 발표하였다 [Paulk et al., 1993].

SW-CMM으로부터 파생된 모델에는 SA-CMM, SE-CMM, PSP (Personal Software Process), People-CMM 등이 있다 [CMU-SEI, 1994; Cooper et al., 1999]. 그리고 FAA(the Federal Aviation Administration)는 이 모델들 중에서 SW-CMM, SA-CMM, SE-CMM을 통합한

FAA-iCMM을 1997년 11월에 발표하였다.

그밖에도, BOOTSTRAP, TRILLIUM 등과 같은 소프트웨어 프로세스 향상을 위한 모델들이 제시되고, STD (Software Technology Diagnostic), TickIT, STARTS 등과 같은 소프트웨어 프로세스 향상 방법 등이 제시되었다. 또한 1991년에는 기존의 ISO 9000시리즈에 소프트웨어 특성을 고려한 ISO 9000-3이, 1995년에는 SPICE 와 같은 표준이 만들어지게 되었다.

1987년 SW-CMM에 의거한 SPA (Software Process Assessment)가 시행된 이후로 2001년 12월까지 약 14년 간 2164건의 평가가 이루어 졌으며, 45개국 1638개의 조직과 456개의 회사가 참여를 했으며, 8925개의 프로젝트가 평가되었다. 또한 427개의 회사는 재평가를 받았으며, 재평가를 받는 조직의 수도 계속적으로 증가하고 있다. 1987부터 2001년 말까지, 처음 7년에 비해 최근 7년 간의 평가가 급증하였고, 재평가를 수행하는 조직의 수도 점차 증가하였다. 또한, 점차적으로 CMM이 각국으로 확산되고 있다. 조직의 형태별 평가 건수는, 처음에는 미국의 국방부를 위주로 이루어졌지만 1993년부터는 일반 상업적 조직의 평가 건수가 국방부를 추월하여 현재는 국방부의 약 3배 정도까지 증가하였다 [CMU-SEI 1995a, CMU-SEI 1995b, CMU-SEI 1995c, CMU-SEI 1996a, CMU-SEI 1996b, CMU-SEI 1997a, CMU-SEI 1997b, CMU-SEI 1998a, CMU-SEI 1998b, CMU-SEI 1999a, CMU-SEI 1999b, CMU-SEI 2000a, CMU-SEI 2000b, CMU-SEI 2001a, CMU-SEI 2001b, CMU-SEI 2002].

국내에서도 소프트웨어 생산성 및 품질을 향상시키려는 목적으로 사단법인 한·카네기 멜론대학 기술교류협회(Korea·CMU Technology Transfer Institute : KCTTI)

설립인가가 정보통신부로부터 공식적으로 이루어졌고, 2001년에는 2회에 걸쳐 학술대회가 개최된 바 있다. 이와는 별도로 2000년 8월 19일 SPICE(ISO/IEC TR 15504)와 관련하여, 국제 소프트웨어 프로세서 심사인 협회 소속 우리나라 회원들이 “한국 소프트웨어 프로세서 심사인 협회” 창립 총회를 열고 본격적인 활동에 들어갔다.

위와 같이 소프트웨어 프로세스 품질 향상을 위한 CMM은 SPI 모델 발전에 핵심적인 역할을 하고 있다. 또한 CMM으로부터 UMM(Usability Maturity Model), TMM(Test Maturity Model), PMM(Product Maturity Model), RMM(Reuse Maturity Model)과 같은 특수한 소프트웨어 분야를 위한 여러 가지 파생 모델들이 개발되었으며, CMM이 다른 모델에 비해 매우 활발하게 계속적으로 진화하고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 가장 최근에 발표된 FAA-iCMM을 중심으로 SA-CMM, SE-CMM, SW-CMM 모델에 대한 진화적 발전의 결과를 유사도 척도를 이용하여 정리하였다.

### 3. CMM의 구조

#### 3.1 CMM의 조직 성숙 수준의 정의

CMM 모델들의 성숙수준은, <표 1>에서 볼 수 있듯이, 기본적으로 5단계<sup>1)</sup>로 구성되어 있다. 각 성숙 수준들은 잘 정의된 점진적 단계들로서, 초기 수준에서 최적화 수준

으로 갈수록 조직의 소프트웨어 능력 또는 소프트웨어 프로세스가 더 성숙했다는 것을 의미한다.

CMM에서 성숙 수준은 조직 전체의 성숙 수준과 프로세스 영역의 성숙 수준으로 구분한다. 프로세스 영역은 조직에서 소프트웨어 프로세스를 개선하기 위해 집중해야 하는 영역들을 말한다. 기초 프랙티스들이 각 프로세스 영역의 목표를 달성하기 위해서 수행된다. 각 프로세스 영역들은 서로 독립적으로 그 성숙도가 평가된다. 조직 전체의 성숙도는 각 프로세스 영역들의 성숙도에 따라서 결정된다. 일정한 프로세스 영역들의 성숙도가 같은 수준에 도달하면, 조직 전체의 성숙도는 해당 수준으로 결정된다. 이를 위해 각 프로세스 영역은 네 개의 성숙수준에 해당하는 집단으로 분류된다. 연속적 평가에서는, 특정 수준과 그 하위 수준에 해당하는 집단의 프로세스 영역의 성숙도가 모두 해당 수준에 이르면 조직 전체의 성숙도도 해당 수준으로 정의된다. 예를 들어, 정의 수준과 반복 수준에 해당하는 프로세스 영역들이 모두 정의 수준에 이르면, 조직 전체의 성숙도도 정의수준으로 평가된다.

SPA가 시작된 1987년 초기부터 1991년까지는 평가된 조직의 80% 이상이 초기 수준이었으며 반복 수준이상은 20% 미만이었으나, 2001년 말에는 초기 수준이 38%이고, 반복 수준도 약 34%로 증가하여 초기 수준과 비슷한 비율로 증가했으며, 정의 수준이상도 28% 이상을 차지하였다 [CMU-SEI 1995a, CMU-SEI 1995b, CMU-SEI 1995c, CMU-SEI 1996a, CMU-SEI 1996b, CMU-SEI 1997a, CMU-SEI 1997b, CMU-SEI 1998a, CMU-SEI 1998b, CMU-SEI 1999a, CMU-SEI 1999b, CMU-SEI 2000a, CMU-SEI 2000b, CMU-SEI 2001a, CMU-SEI 2001b, CMU-SEI 2002].

1) <표 1>은 SW-CMM에 의거한 5단계 성숙 수준의 정의를 보여준다. 성숙수준의 개수와 각 수준의 정의는 CMM 모델에 따라서 약간의 차이가 있지만, CMM 모델들의 상위 다섯 수준의 정의는 본질적으로 동일하다.

&lt;표 1&gt; CMM의 성숙 수준

성숙 수준 단계	명 칭	내 용	프로세스 능력의 유형
5 (상위)	최적화 (Optimizing)	지속적인 프로세스 개선이 프로세스와 혁신적인 아이디어 및 기술로부터의 피드백을 통하여 이루어진다.	지속적인 프로세스 개선
4	관리 (Managed)	소프트웨어 프로세스와 제품 품질에 대한 상세한 측정값을 수집한다. 소프트웨어 프로세스와 제품이 양적으로 이해되고 관리된다.	예측 가능한 프로세스
3	정의 (Defined)	관리 및 공학적인 개발에 필요한 소프트웨어 프로세스가 문서화되고 표준화되어 조직에서 공식적으로 사용하는 표준 소프트웨어 프로세스로 정립되어 있다.	표준화된 프로세스
2	반복 (Repeatable)	비용, 일정, 기능을 추적하기 위한 기본적인 프로젝트 관리가 이루어지고 있다. 필요한 프로세스에 대한 교육은 없고 새로운 프로젝트를 할 때는 이전에 성공한 프로젝트에서 사례를 찾아서 활용한다.	훈련된 프로세스
1 (하위)	초기 (Initial)	소프트웨어 프로세스는 주먹구구식이고 매우 혼란스러운 상태이다. 일부 프로세스가 정의되어 있고 성공은 특정한 개인의 노력에 의존한다.	

### 3.2 CMM 종류에 따른 평가 대상 프로세스 영역의 분류 구조

<표 2>에서 볼 수 있듯이 FAA-iCMM, SA-CMM, SE-CMM, 그리고 SW-CMM은 각각 카테고리, 프로세스 영역, 그리고 기초 프랙티스 세 개의 수준으로 구성되어 있다. 그러나, CMM 모델들은 그 계층적 구조는 같지만, 서로 다른 분류를 취하고 있고, 사용된 용어와 모델들의 특성도 다르기 때문에, 사용자의 혼란을 유발시켜, 사용자가 모델을 적용하는데 많은 어려움을 주고 있다. 따라서, 본 연구에서는 가장 최근에 발표된 FAA-iCMM을 중심으로 각 모델들의 카테고리,

프로세스 영역, 기초 프랙티스를 비교 분석하고, 유사도 척도를 이용하여 각 모델들의 유사도를 정량적으로 분석하고 체계적으로 정리하였다. 그리고, 각 모델들에서 사용된 세 개 수준의 각각 다른 용어들을 가장 최근에 발표된 FAA-iCMM에서 사용된 용어인 카테고리, 프로세스 영역, 기초 프랙티스로 통일하여 칭하고<sup>2)</sup>, <표 2>의 열의 명

2) SA-CMM의 세 개의 수준은 초점(Focus), 주요 프로세스 영역(Key Process Area), 활동(Activity)이고, SE-CMM의 세 개의 수준은 카테고리, 프로세스 영역, 기초 프랙티스이고, SW-CMM의 세 개의 수준은 카테고리, 주요 프로세스 영역, 주요 프랙티스(Key Practice)이다. 그러나, CMM 모델들의 세

&lt;표 2&gt; CMM 모델들의 계층적 구조

카테고리	프로세스 영역	수준	기초 프랙티스
생명주기/공학 (LCE : Life Cycle or Engineering)	Needs(NEE)	2	5
	Requirements(REQ)	2	9
	Architecture(ARC)	3	6
	Alternatives(ALT)	3	6
	Outsourcing(OUT)	2	5
	Software Development and Maintenance(SDM)	3	8
	Integration(INT)	3	7
	System Test and Evaluation(STE)	2	6
	Transition(TRAN)	2	6
	Product Evolution(PE)	4	5
관리/프로젝트 (MP : Management or Project)	Project Management(PM)	2	10
	Contract Management(CTM)	2	5
	Risk Management(RM)	3	5
	Coordination(COO)	3	6
지원 (SUP : Supporting)	Quality Assurance and Management(QAM)	2	6
	Configuration Management(CFM)	2	6
	Peer Review(PR)	3	2
	Measurement(MEA)	4	4
	Prevention(PRE)	5	4
조직 (ORG : Organizational)	Organization Process Definition(OPD)	3	6
	Organization Process Improvement(OPI)	5	2
	Training(TRAI)	3	6
	Innovation(INN)	5	5
합 계	23		130

(a) FAA-iCMM

칭으로 사용하였다.

개 수준의 명칭은 다르지만 그 계층적 구조는 근본적으로 같기 때문에, 본 논문에서는 FAA-iCMM에서 사용된 용어로 통일하였다.

<표-2.a>는 FAA-iCMM의 구조를 보여준다. FAA-iCMM은 생명주기/공학(LCE : Life Cycle or Engineering), 관리/프로젝트(MP: Management or Project), 지원(SUP :

<표 2> CMM 모델들의 계층적 구조(계속)

카테고리	프로세스 영역	수준	기초 프랙티스
기초 프로젝트 관리 (BPM : Base Project Management)	Software Acquisition Planning(SAP)	2	7
	Solicitation(SO)	2	8
	Requirements Development and Management(RDM)	2	6
	Project Management(PM)	2	7
	Contract Tracking and Oversight(CTO)	2	8
	Evaluation(EV)	2	6
	Transition to Support(TS)	2	4
프로세스 표준 (PS : Process Standardization)	Process Definition and Maintenance(PDM)	3	7
	Project Performance Management(PPM)	3	11
	Contract Performance Management(CPM)	3	7
	Acquisition Risk Management(ARM)	3	7
	Training Program(TP)	3	6
정량적 관리 (QM : Quantitative Management)	Quantitative Process Management(QPM)	4	8
	Quantitative Acquisition Management(QAM)	4	7
계속적 관리 (CPI : Continuous Process Improvement)	Continuous Process Improvement(CPI)	5	6
	Acquisition Innovation Management(AIM)	5	6
합 계	16		111

(b) SA-CMM

Supporting), 조직(ORG : Organizational) 네 개의 카테고리로 구성되며, 각 카테고리는 각각 10개, 4개, 5개, 4개의 프로세스 영역으로 이루어져 있다. 그리고, 각 프로세스 영역은 총 130개의 기초 프랙티스로 구성된다.

<표-2.b>는 SA-CMM의 구조를 보여 준다. SA-CMM은 기초 프로젝트 관리(BPM : Base Project Management), 프로세스 표준 (PS : Process Standardization), 정량적 관리(QM : Quantitative Management), 계속적

프로세스 개선(CPI : Continuous Process Improvement) 네 개의 카테고리로 구성되며, 각 카테고리는 각각 7개, 5개, 2개, 2개의 프로세스 영역으로 이루어져 있다. 그리고, 각 프로세스 영역은 총 111개의 기초 프랙티스로 구성된다.

<표-2.c>는 SE-CMM의 구조를 보여 준다. SE-CMM은 공학(ENG : Engineering),

&lt;표 2&gt; CMM 모델들의 계층적 구조(계속)

카테고리	프로세스 영역	기초 프랙티스
공학 (ENG : Engineering)	Analyze Candidate Solutions(ACS)	6
	Derive and Allocate Requirements(DAR)	9
	Evolve System Architecture(ESA)	8
	Integrate Disciplines (ID)	6
	Integrate System Plan(IS)	8
	Understand Customer Needs and Expectations (UCNE)	5
	Verify and Validate System (VVS)	6
프로젝트 (PRO : Project)	Ensure Quality(EQ)	7
	Manage Configurations(MC)	5
	Manage Risk(MR)	6
	Monitor and Control Technical Effort(MCTE)	6
	Plan Technical Effort(PTE)	10
조직 (ORG: Organizational)	Define Organization's Systems Engineering Process (DOSEP)	4
	Improve Organization's Systems Engineering Processes(IOSEP)	4
	Manage Product Line Evolution (MPLE)	5
	Manage Systems Engineering Support Environment(MSESE)	7
	Provide Ongoing Knowledge and Skills(POSK)	8
	Coordinate with Suppliers(CS)	5
합 계	18	115

(c) SE-CMM

프로젝트(PRO : Project), 조직(ORG : Organizational) 세 개의 카테고리로 구성되며, 각 카테고리는 각각 7개, 5개, 6개의 프로세스 영역으로 이루어져 있다. 그리고, 각 프로세스 영역은 총 115개의 기초 프랙티스로 구성된다.

<표-2.d>는 SW-CMM의 구조를 보여 준다. SW-CMM은 관리(MAN : Management), 조직(ORG : Organizational), 공학(ENG : Engineering) 세 개의 카테고리로 구성되며, 각 카테고리는 각각 9개, 5개, 4개의 프로세스 영역으로 이루어져 있다. 그리고, 각 프로



<표 2> CMM 모델들의 계층적 구조(계속)

카테고리	프로세스 영역	수준	기초 프랙티스
관리 (MAN : Management)	Requirements Management(RM)	2	3
	Software Project Planning(SPP)	2	15
	Software Project Tracking & Oversight (SPTO)	2	13
	Software Subcontract Management(SSM)	2	13
	Software Quality Assurance(SQA)	2	8
	Software Configuration Management(SCM)	2	10
	Integrated Software Management(ISM)	3	11
	Intergroup Coordination(IC)	3	7
	Quantitative Process Management(QPM)	4	7
조직 (ORG : Organizational)	Organization Process Focus(OPF)	3	7
	Organization Process Definition(OPD)	3	6
	Training Program(TP)	3	6
	Technology Change Management(TCM)	5	8
	Process Change Management(PCM)	5	10
공학 (ENG : Engineering)	Software Product Engineering(SPE)	3	10
	Peer Reviews(PR)	3	3
	Software Quality Management(SQM)	4	5
	Defect Prevention(DP)	5	8
합 계	18		150

(d) SW-CMM

세스 영역은 총 150개의 기초 프랙티스로 구성된다.

#### 4. SPI 모델간 유사도 척도와 평가 기준

##### 4.1 기존의 SPI 모델간 유사도 척도

Wang et al. [1997a, 1997b]은 SPA/SPI

모델의 평가 능력은 그 모델의 기초 프랙티스 표본 공간과, 샘플 데이터를 처리하고 평가하는 능력 결정 알고리즘에 의해 결정된다고 주장하였다. 그들은 기존 SPICE, CMM, ISO9000, BOOTSTRAP의 4개 모델에서 정의된 444개의 기초 프랙티스를 구성하여 SPRM(Software Process Reference Model)을 제시하고 5개의 모델간 적합성(Compatibility)과 각 시스템간의 유사도를 비교하고, 각 모델의 기초 프랙티스를 이용하여 유사도를 비교하였다.

Wang et al. [1997a, 1997b]은 두 SPI 모델간의 유사도를 다음과 같은 척도를 이용하여 정량적으로 측정하려고 시도하였다:

$$\rho_1(A, B) = \frac{n(A \cap B)}{n(B)} \quad (\text{식 1})$$

단, A와 B는 각각 두 모델이 포함하고 있는 기초 프랙티스의 집합이고,  $n(\cdot)$ 는 임의의 집합의 원소 수를 나타낸다. Wang et al.은  $\rho_1$ 을 모델 A의 모델 B에 대한 유사도 (the correlation of a model A against a model B)라 명명하고, 모델 A의 모델 B에 대비한 동일성 또는 유사도의 상대적 척도 (the relative degree of identity or similarity the model A compares to B)라고 주장하였다.

홍정유 등 [2001]은 (식 2) - (식 4)의 3개의 유사도 척도를 추가로 제시하였다. 또한 그들은 SPI 모델 유사도 척도의 평가를 위한 기준을 제시하고, (식 1) - (식 4)의 평가 결과를 제시하였다.

$$\rho_2(A, B) = \frac{n(A \cap B)}{n(A)} \quad (\text{식 2})$$

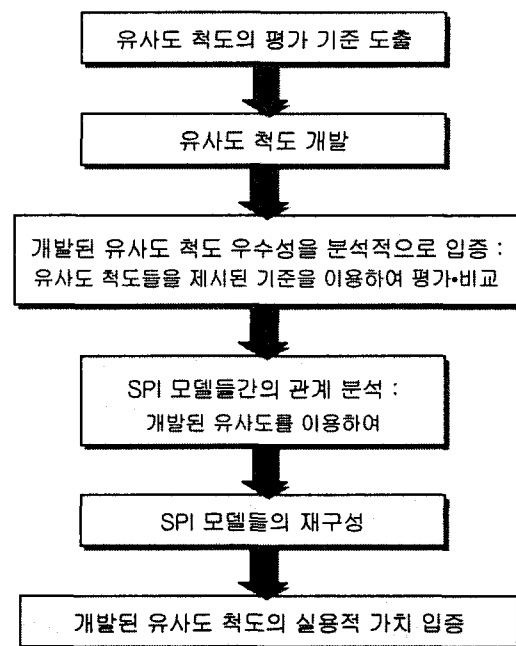
$$\rho_3(A, B) = \frac{n(A \cap B)}{n(A \cup B)} \quad (\text{식 3})$$

$$\rho_4(A, B) = \frac{n(A \cap B)^2 - n(A - B)n(B - A)}{n(A)n(B)} \quad (\text{식 4})$$

#### 4.2 새로운 유사도 척도 평가 기준과 유사도 척도

본 논문에서는 홍정유 등[2001]이 제시한 평가 기준을 보강하여 <표 3>의 평가 기준을 작성하였다. <표 3>의 기준 1의 '대칭적

이다'는, 임의의 척도  $\rho$ 와 임의의 SPI 모델 A와 B에 대해서,  $\rho(A, B) = \rho(B, A)$  이어야 함을 뜻한다. 본 논문에서 제시된 기준은 유사도 척도들에 대한 객관적이고 강력한 평가 기준을 제시한다. 유사도 척도가 충족시켜야 할 조건들을 먼저 제시한 후에, 그러한 조건들을 충족하는 구체적인 유사도 척도를 개발한 것은 본 연구가 기존 연구들과 구별되는 특징이다. 본 연구의 전반부에서는 이러한 새로운 방법과 그 결과의 우수성을 분석적으로 입증하였다 (그림 1 참조). 본 논문의 후반부에서는, 본 논문에서 제시된 새로운 유사성 척도를 이용하여 SPI 모델들간의 관계를 분석하고 SPI 모델들을 재구성함으로써, 제시된 유사성 척도의 실용적 가치를 입증하였다.



(그림 5) 연구의 틀

&lt;표 3&gt; 유사도 척도의 평가 기준과 준거 경우 표본

기 준	내 용
기준 1	대칭적이다.
기준 2	그 값이 (b) 평가 표준의 다섯 가지 경우에 대해서 모두 다르며, (경우 1)이 가장 크고, (경우 2), (경우 3), (경우 4), (경우 5)의 순서로 작아진다.
기준 3	그 값의 범위는 [ 0, 1 ] 이며, (경우 1)에서는 1, (경우 5)에서는 0의 값을 가진다.

(a) 유사도 척도의 평가 기준

구분	경우 1	경우 2	경우 3	경우 4	경우 5
A	a, b	a, b	a, b, c	a, b	a, b
B	a, b	a, b, c, d	a, b, d	b, c	c, d

(b) 유사도 척도의 평가 준거 경우 표본

<표 3>은 홍정유 등 [2001]의 SPI 모델간 유사도 척도의 평가 기준을 보강한 것이다. <표-3.b>의 (경우 1)에서는  $A=B$ 이고, (경우 5)에서는  $A \cap B = \emptyset$ 이며, 나머지의 경우는  $A=B$ 도  $A \cap B = \emptyset$ 도 아닌 그 중간의 경우들이며; (경우 1)의 유사도가 가장 높고, (경우 5)의 유사도가 가장 낮으며, 나머지는 그 사이어야 한다는 (기준 2)의 타당성은 자명한 것으로 판단된다. 또한 (경우 2)와 (경우 3)에서는 모두  $A \cap B = \{a, b\}$ 이고  $A \cup B = \{a, b, c, d\}$ 이나; (경우 2)에서는  $A \subset B$ 이고, (경우 3)에서는  $A \subset B$ 도  $B \subset A$ 도 아니라는 것에 주목하라. 따라서 (기준 2)는, (경우 2)와 (경우 3)에 관련해서는, 전체집합이 같다면 진부분집합 관계를 갖는 경우가 그렇지 않은 경우에 비해서 유사도가 더 높다고 주장한다. 한편, (경우 3)과 (경우 4)는 공통 요소 외에 각각 한 개의 비공통 요소를 갖고 있으나, (경우 3)이 (경우 4)에 비해서 공통 요소가 더 많다. (경우

3)과 (경우 4)에 관해서는, (기준 2)의 타당성은 자명한 것으로 판단된다.

<표 4>는 (식 1)-(식 4)의 네 유사도 척도의 <표 3>의 기준에 의해서 평가한 결과를 보여준다. <표 4>는  $\rho_1$ 과  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ 이 (기준 1)과 (기준 2)를 동시에 만족시키지는 못한다는 것을 보여준다. 또한, 이러한 사실로부터, 분모와 분자가 모두  $n(A)$ 와  $n(B)$ ,  $n(A \cap B)$ ,  $n(A \cup B)$ 의 일차식인 어떠한 척도도 (기준 1)과 (기준 2)를 동시에 만족시킬 수 없다는 것을 쉽게 확인할 수 있다. 반면에,  $\rho_4$ 는 (기준 1)과 (기준 2)를 동시에 만족시킨다.  $\rho_4(A, B)$ 는 두 집합 A와 B가 서로 동일할 때에는 1, 서로 배타적일 때에는 -1, 공통되는 부분이 두 집합의 반일 때에는 0의 값을 갖는다. 전체 집합의 크기가  $2n$ 이고 비복원 추출로  $n$ 개의 원소를 무작위로 뽑아 두 집합 A와 B를 구성하였다면,  $\rho_4(A, B)$ 의 기대값은 0이 된다.<sup>3)</sup> 즉,

&lt;표 4&gt; 유사도 척도들의 평가 결과

구분	경우 1	경우 2	경우 3	경우 4	경우 5	평가기준		
						1	2	3
$\rho_1(A,B)$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	위반	위반	충족
$\rho_2(A,B)$	1	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	위반	위반	충족
$\rho_3(A,B)$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	0	충족	위반	충족
$\rho_4(A,B)$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	0	-1	충족	충족	위반
$SM(A,B)$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	충족	충족	충족

$\rho_4(A,B)$ 의 값이 0이라는 것은 두 모델이 독립적이라는 것을 의미한다. 따라서 홍정유 등 [2001]은  $\rho_4$ 를, 세 특수한 값인 1, 0, -1의 의미가 일반적인 피어슨의 상관 계수에 대응된다는 사실에 착안하여, 모델 유사도(model correlation coefficient)라고 명명하였다. 그러나 유사도의 값이 음수를 가진다는 것은 부자연스러운 것으로 판단되므로, 본 논문에서는 <표-3.a>의 (기준 3)을 기존 홍정유 등 [2001]의 평가 기준에 추가하였다.

본 논문에서는,  $\rho_4$ 를 약간 보완하여, 두 모델간의 유사도 평가 척도로 다음과 같은 척도를 제시한다.

$$SM(A,B) = \frac{\rho_4(A,B)+1}{2} \quad (\text{식 5})$$

<표 4>는  $SM$ 이 (기준 1)과 (기준 2), 그리고 (기준 3)을 동시에 만족시키는 것을 보여준다.

## 5. 기존 모델의 카테고리간 연관성 분석

본 연구에서는 각 모델들의 기초 프랙티스를 Ibrahim et al. [1997]에서 제시된 CMM 모델들의 대응표를 참조하여 대응시킨 후, 유사도 척도  $SM$ 에 따라 유사도를 측정하였으며, (그림 2), (그림 3)은 그 결과를 보여준다. (그림 2.a)는 모델 수준에서, (그림 2.b)는 카테고리 수준에서, (그림 3)은 FAA-iCMM과 다른 CMM 모델간의 프로세스 영역 수준에서의 유사도 분석을 나타내고 있다.

- 3) 이 주장의 증명은 매우 쉽다. 즉, 먼저 무작위 비복원 추출로 A를 구성하였다고 하자. 그러면, B를 무작위 비복원 추출로 구성할 때, 각 추출에서 A에 포함된 요소가 뽑힐 확률은  $1/2$ 이다. 예를 들면, <표 3.b>의 (경우 4)는 모집합  $U = \{a, b, c, d\}$ 에서 먼저 무작위 비복원 추출로 A를 뽑고, 다시 B를 무작위 비복원 추출로 뽑았을 때, 그 요소의 반이 A에 속한 것과 같게된 경우로 해석할 수 있다.

모델명	FAA-iCMM	SA-CMM	SE-CMM	SW-CMM
FAA-iCMM	-			
SA-CMM	0.551	-		
SE-CMM	0.873	0.495	-	
SW-CMM	0.712	0.537	0.636	-

(a) 모델 수준

FAA-iCMM				LCE	0.325	0.021			0.713		0.191	0.050		0.224	
				MP	0.394	0.356			0.188	0.845	0.034	0.660			
				SUP	0.034		0.380			0.426		0.360		0.259	
LCE	MP	SUP	ORG		0.421		0.450			0.879		0.751			
0.325	0.394	0.034		BPM	PS	QM	CPI BPM	0.234	0.340	0.041	0.426		0.090		
0.021	0.356		0.421	PS	SA-CMM		PS	0.105	0.265	0.353	0.251	0.388	0.032		
		0.380		QM			QM				0.151		0.310		
			0.450	CPI BPM	PS	QM	CPI			0.428		0.426			
0.713	0.188			0.234	0.105			ENG	PRO	ORG ENG	0.152		0.272		
	0.845	0.426		0.340	0.265			PRO	SE-CMM	PRO	0.706				
0.108	0.034		0.879	0.041	0.353		0.428	ORG ENG	PRO	ORG	0.057	0.710			
0.050	0.660	0.360		0.426	0.251	0.151		0.152	0.706	0.057	MAN	ORG	ENG		
			0.751		0.388		0.426			0.710	ORG	SW-CMM			
0.224		0.259		0.090	0.032	0.310		0.272			ENG				

(b) 카테고리 수준

(그림 2) CMM 모델들간의 유사도

FAA-iCMM	SA-CMM	Base Project Management							Process Standardization				Quantitative Management		Continuous Process Improvement		
		SAP	SO	RDM	PM	CTO	EV	TS	PDM	PPM	CPM	ARM	TP	QPM	QAM	CPI	AIM
Life Cycle or Engineering	NEE																
	REQ			0.78			0.14										
	ARC																
	ALT																
	OUT		0.39				0.05										
	DM																
	INT																
	STE						0.83				0.16						
TRAN							0.63										
PE																	
Management or Project	PM	0.61			0.63					0.29							
	CTM					0.55					0.17						
	RM									0.25		0.56					
	COO	0.16								0.39							
Supporting	QAM																
	CFM						0.21										
	PR																
	MEA												0.56	0.47			
	PRE												0.19	0.20			
Organizational	OPD								0.85								0.17
	OPI																0.75
	TRAI											0.91					
	INN																0.55

(a) FAA-iCMM과 SA-CMM

FAA-iCMM	SE-CMM	Engineering							Project				Organizational						
		ACS	DAR	ESA	ID	IS	UCNE	WS	EQ	MC	MR	MCTE	PTE	DOSEP	IOSEP	MPL	MSESE	POSK	CS
Life Cycle or Engineering	NEE						0.90												
	REQ		0.94	0.56															
	ARC			0.88															
	ALT	1.00																	
	OUT																		0.90
	DM																		
	INT					0.67													
	STE							0.83											
TRAN																			
PE															1.00				
Management or Project	PM										0.70	0.80							
	CTM																		0.20
	RM									1.00									
	COO				1.00	0.15													
Supporting	QAM							1.00											
	CFM								0.92										
	PR																		
	MEA																		
PRE																			
Organizational	OPD												0.83	0.42					
	OPI													0.75					
	TRAI																		0.93
	INN														0.40	0.93			

(b) FAA-iCMM과 SE-CMM

(그림 3) FAA-iCMM과 다른 모델간의 프로세스 영역수준에서의 유사도

FAA-iCMM	SW-CMM	Management									Organizational					Engineering			
		RM	SPP	SPTO	SSM	SQA	SCM	ISM	IC	QPM	OPF	OPD	TP	TCM	PCM	SPE	PR	SQM	DP
Life Cycle or Engineering	NEE																		
	REQ	0.45														0.21			
	ARC															0.52			
	ALT																		
	OUT				0.38														
	DM															0.90			
	INT															0.39			
	STE				0.12											0.26			
	TRAN																		
	PE																		
Management or Project	PM		0.80	0.85				0.19											
	CTM				0.65														
	RM		0.23	0.14				0.39											
	COO	0.22	0.12					0.13	0.76										
Supporting	QAM				0.12	0.71													
	CFM						0.13												
	PR															0.55	0.83		
	MEA									0.59								0.55	
	PRE																		0.81
Organizational	OPD										0.68	0.67			0.13				
	OPI														0.70				
	TRAI												0.90						
	INN													0.84					

(c) FAA-iCMM과 SW-CMM

(그림 3) FAA-iCMM과 다른 모델간의 프로세스 영역수준에서의 유사도 (계속)

(그림 2.a)에서 측정된 유사도를 보면, FAA-iCMM을 기준으로 하면, SE-CMM은 0.873, SW-CMM은 0.712, SA-CMM은 0.551의 순으로 유사도가 크며, SA-CMM을 기준으로 하면, FAA-iCMM은 0.551, SW-CMM은 0.537, SE-CMM은 0.497의 순으로 유사도가 크며, SW-CMM을 기준으로 하면, FAA-iCMM은 0.712, SE-CMM은 0.636, SA-CMM은 0.537의 순으로 관련성이 크다.

(그림 2)와 (그림 3)에서는, 기존의 CMM 모델들은 각각 다른 카테고리나 프로세스 영역으로 구성되고 그 구조도 다르기 때문에 기존의 CMM 모델들을 대응시켜 비교하는 것이 매우 어렵다는 것을 보여주고 있다. 예를 들어, (그림 2.b)에서 SA-CMM의 프로세

스 표준 카테고리는 SE-CMM의 전 카테고리에 걸쳐 연관성을 갖고 있는데, SE-CMM의 공학 카테고리와는 0.105, 프로젝트 카테고리와는 0.265, 조직 카테고리와는 0.353의 유사도를 보여주고 있다. 따라서, 제 6 장에서는 이렇게 혼란스럽고 정리되지 않은 CMM 모델들의 카테고리들을 유사도 척도를 이용하여 재구성하였다.

## 6. FAA-iCMM의 개념적 틀에 의한 기존 CMM 모델들의 분석

### 6.1 각 모델의 동일한 카테고리들간의 비교

제 6 장에서는 제 5 장에서 분석된 상이한 모델들의 프로세스 영역들을 프로세스 영역 간의 유사도를 이용하여 FAA-iCMM의 카테고리별로 재분류하였다. (그림 4)는 그 결과를 보여준다. (그림 4.a)는 새로 분류된 카테고리들의 각 모델간의 유사도를 보여주며; (그림 4.b), (그림 4.c), (그림 4.d)는 각각 (그림 3.a), (그림 3.b), (그림 3.c)를 새로운 분류 틀에 맞추어 정리한 결과를 보여준다. 동일한 카테고리는 굵은 선으로 표시하였고, 대응된 프로세스 영역은 진한 이탤릭체로 표시하였다.

(그림 4.a)에서, 비대각 요소들의 값은 거의 0이며, 0이 아닌 경우에도 그 값이 매우 작다. 이러한 것은 (그림 2.b)와는 매우 대조적이며, FAA-iCMM의 프로세스 영역 분류틀이 기초 CMM 모델들의 프로세스 영역들을 체계적이고 일관성 있게 분류한다는 것을 보여준다.

#### 6.1.1 카테고리 수준에서의 분석

우선 (그림 4.a)에서 각 모델들의 동일한 카테고리의 모델간의 유사도를 살펴보면, 생명주기/공학 카테고리가 타 카테고리에 비해 유사도가 작다는 것을 알 수 있다. 즉, FAA-iCMM과 SE-CMM의 유사도 0.819를 제외하고는 모두 0.60 이하이다. 이는 각 모델들의 생명주기/공학 카테고리가 다른 카테고리들에 비해서, 서로 상이한 내용으로 이루어졌다는 것을 보여준다.

관리/프로젝트 카테고리는, 카테고리의 모델간 유사도가 모두 0.60이상으로서 비교적 모두 크다. 즉, 관리/프로젝트 카테고리는 각 모델들이 서로 비슷한 내용으로 구성되어 있다. 특히, FAA-iCMM과 SE-CMM은 유사도가 0.90이상으로서 대부분 같은 내용으로 구성되어 있다는 것을 보여준다.

지원 카테고리는, FAA-iCMM과 SE-CMM이 0.750, FAA-iCMM과 SW-CMM이 0.769로 이 모델간 관계를 제외하고는 모두 0.60이하로서 타 카테고리에 비해 유사도가 작다. 특히, SA-CMM과 SE-CMM은 유사도가 0으로서 전혀 다른 목적을 위해 다른 내용으로 구성되어 있다.

조직 카테고리는 모델간의 유사도가 모두 0.60이상으로서 각 모델이 서로 비슷한 내용들로 이루어져 있다. 특히, FAA-iCMM과 SE-CMM은 유사도가 1.000으로서, FAA-iCMM이 SE-CMM의 내용을 그대로 사용하고 있는 것을 보여 준다.

이상의 논의를 종합하면, 생명주기/공학이나 지원 카테고리는 대체로 각 모델간 특성에 따라 특화되어 있다. 반면에, 관리/프로젝트 카테고리와 조직 카테고리는 모델간에 그 유사도가 매우 높으며, 초기 모델인 SW-CMM부터 최근의 모델인 FAA-iCMM까지 별로 변화하지 않았다는 것을 알 수 있다.



<b>FAA-iCMM</b>				LCE	0.464	0.019			0.819				0.598	0.057		
				MP		0.683			0.058	0.904			0.058	0.783		
				SUP	0.044		0.380				0.750		0.061	0.031	0.769	
LCE	MP	SUP	ORG				0.775	0.072			0.979			0.813		
0.464				LCE	MP	SUP	ORG LCE	0.321		0.063		0.297	0.030	0.034		
0.019	0.683			MP	<b>SA-CMM</b>		MP	0.041	0.627			0.060	0.635			
		0.380		SUP			SUP							0.352		
			0.775	ORG LCE	MP	SUP	ORG	0.030			0.772			0.692		
0.819	0.058		0.072	0.321	0.041			LCE	MP	SUP	ORG LCE	0.529	0.064	0.047		
	0.904				0.627			MP	<b>SE-CMM</b>		MP	0.057	0.751			
		0.750						SUP			SUP		0.050	0.588		
			1.000				0.772	ORG LCE	MP	SUP	ORG			0.805		
0.598	0.058	0.065		0.297	0.060			0.529	0.057			LCE	MP	SUP	ORG	
0.057	0.783	0.031		0.030	0.635			0.064	0.751	0.050		MP	<b>SW-CMM</b>			
		0.769				0.352				0.588		SUP				
			0.813				0.692	0.047			0.805	ORG				

(a) 카테고리 수준

(그림 4) CMM 모델들간의 유사도 : FAA-iCMM의 분류 틀에 의한

FAA-iCMM	SA-CMM	Life Cycle or Engineering				Management or Project						Supporting		Organizational			
		RDM	SO	EV	TS	SAP	PM	CTO	CPM	ARM	PPM	QPM	QAM	PDM	CPI	TP	AIM
Life Cycle or Engineering	NEE																
	REQ	0.78		0.14													
	ARC																
	ALT																
	OUT		0.39	0.05													
	SDM																
	INT																
	STE			0.83					0.16								
TRAN				0.63													
PE																	
Management or Project	PM					0.61	0.63				0.29						
	CTM							0.55	0.17								
	RM									0.56	0.25						
	COO					0.16					0.39						
Supporting	QAM																
	CFM				0.21												
	PR																
	MEA										0.56	0.47					
	PRE										0.19	0.20					
Organizational	OPD													0.85	0.17		
	OPI														0.75		
	TRAI															0.91	
	INN																0.55

(b) FAA-iCMM과 SA-CMM

FAA-iCMM	SE-CMM	Life Cycle or Engineering								Management or Project				Supporting		Organizational			
		UCNE	DAR	ESA	ACS	CS	IS	VVS	MPL	MCTE	PTE	MR	ID	EQ	MC	DOSEP	IOSEP	POSK	MSESE
Life Cycle or Engineering	NEE	0.90																	
	REQ		0.94	0.56															
	ARC			0.88															
	ALT				1.00														
	OUT					0.90													
	SDM																		
	INT						0.67												
	STE							0.83											
TRAN																			
PE								1.00											
Management or Project	PM								0.70	0.80									
	CTM					0.20													
	RM										1.00								
	COO					0.15						1.00							
Supporting	QAM												1.00						
	CFM													0.92					
	PR																		
	MEA																		
	PRE																		
Organizational	OPD															0.83	0.42		
	OPI																0.75		
	TRAI																	0.93	
	INN								0.40										

(c) FAA-iCMM과 SE-CMM

(그림 4) CMM 모델들간의 유사도 : FAA-iCMM의 분류 틀에 의한(계속)

FAA-iCMM	SW-CMM	LCE		Management or Project					Supporting					Organizational					
		RM	SPE	SPP	SPTO	SSM	ISM	IC	SQA	SCM	PR	QPM	SQM	DP	OPF	OPD	PCM	TP	TCM
Life Cycle or Engineering	NEE																		
	REQ	0.45	0.21																
	ARC		0.52																
	ALT																		
	OUT						0.38												
	SDM		0.90																
	INT			0.39															
	STE			0.26				0.12											
	TRAN																		
PE																			
Management or Project	PM			0.80	0.85		0.19												
	CTM					0.65													
	RM				0.23	0.14	0.39												
	COO	0.22			0.12		0.13	0.76											
Supporting	QAM					0.12			0.71										
	CFM									0.13									
	PR		0.55								0.83								
	MEA											0.59	0.55						
	PRE													0.81					
Organizational	OPD													0.68	0.67	0.13			
	OPI															0.70			
	TRAI																0.90		
	INN																	0.84	

(d) FAA-iCMM과 SW-CMM

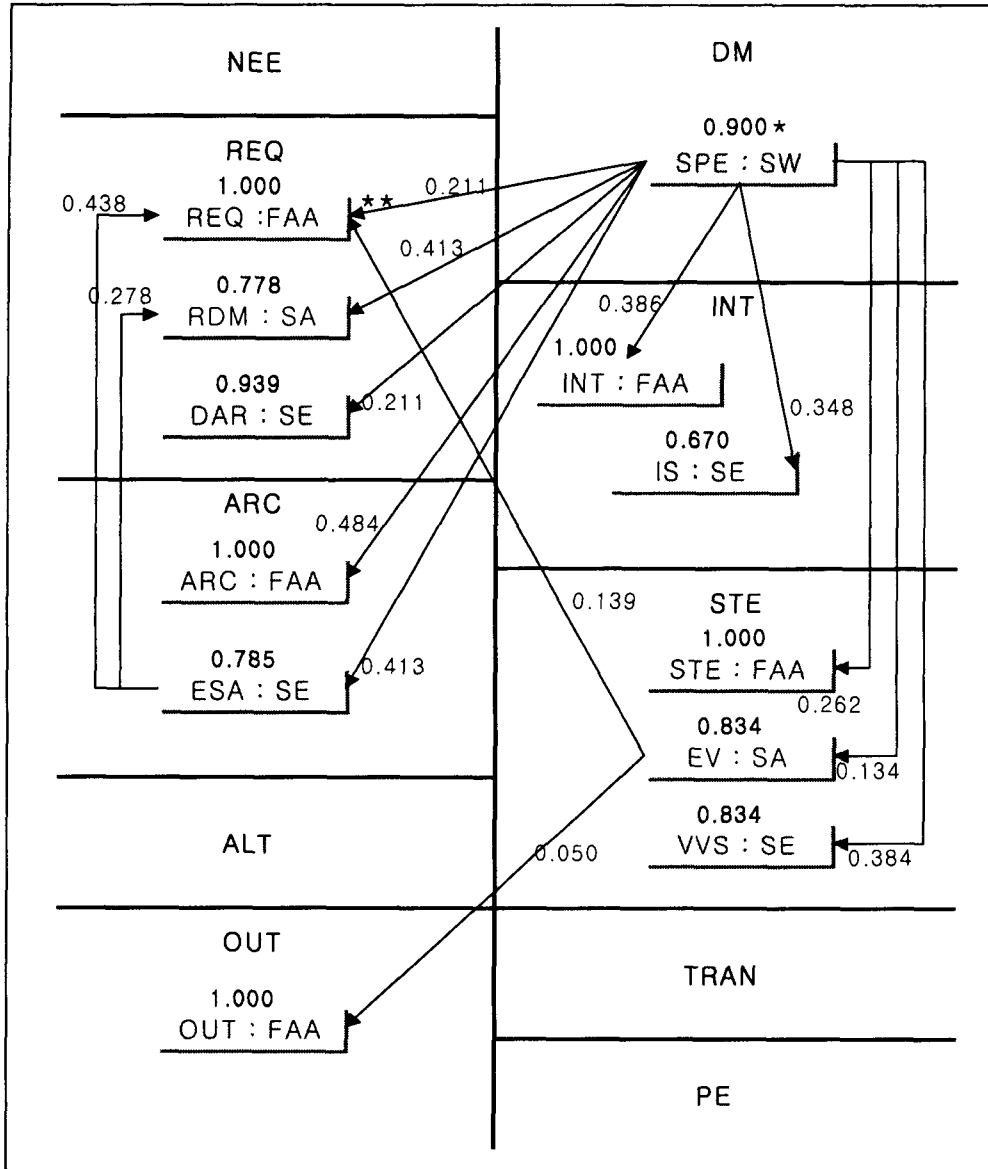
(그림 4) CMM 모델들간의 유사도 : FAA-iCMM의 분류 틀에 의한(계속)

6.1.2 프로세스 영역 수준에서의 분석

(그림 5.a)는 생명주기/공학 카테고리내 프로세스 영역간의 관계를 보여준다. FAA-iCMM의 프로세스 영역 NEE, ALT, TRAN, PE는 타 모델에서 서로 관련된 프로세스 영역이 하나도 없이 완전히 독립적이다. SPE:SW<sup>4)</sup>는 후속 모델들의 여러 프로세스 영역에 영향을 주었다: SPE:SW의 기초 프랙티스들은 주로 DM:FAA에 의해서 승계가 되었으나 (유사도 0.900); 많은 부분이 REQ:FAA (유사도 0.211), ARC:FAA (유사도 0.484), INT:FAA (유사도 0.386), SET:FAA (유사도 0.262)로 분할되었다. 그

림은 또한 SPE:SW의 기초 프랙티스들이 다른 모델들의 FAA-iCMM의 각 프로세스 영역에 대응되는 이상의 프로세스 영역에도 비슷하게 분할되었다는 것을 보여준다. 또한, EV:SA도 FAA-iCMM의 프로세스 영역에 영향을 주었다: EV:SA의 기초 프랙티스들은 주로 STE:FAA에 의해서 승계가 되었으나 (유사도 0.834): REQ:FAA (유사도 0.139), OUT:FAA (유사도 0.050)으로 분할되었다.

4) “프로세스 영역 : 모델”을 나타낸 것으로, SPE:SW는 SW-CMM의 프로세스 영역 SPE를 의미한다.



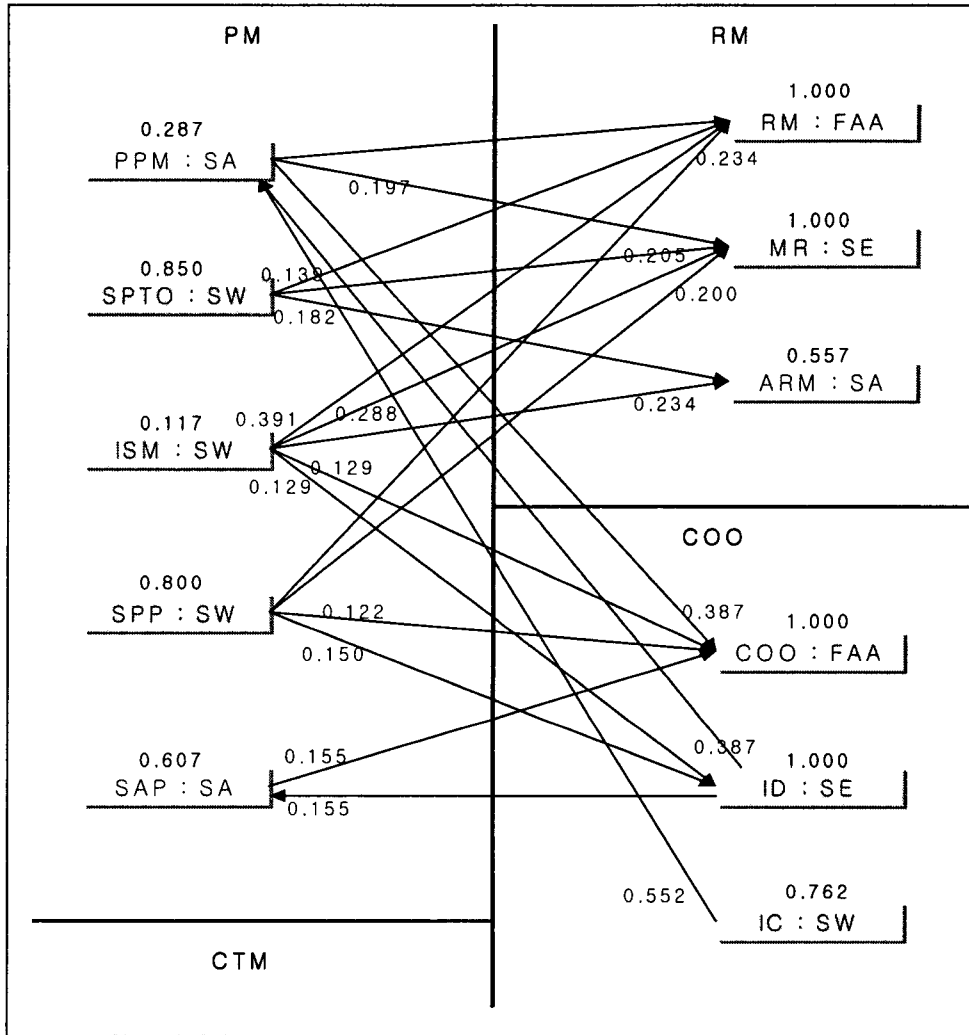
(a) 생명주기/공학 카테고리

\* 본 그림에서는 프로세스 영역들이 FAA-iCMM의 대응되는 프로세스 영역에 따라서 분류되어 있다. 각 프로세스 영역 위의 수치는 해당 프로세스 영역과 FAA-iCMM의 대응되는 프로세스 영역 간의 유사도를 나타낸다. 이 예에서는 SPE:SW와 DM:FAA간의 유사도가 '0.900'이다.

\*\* 화살표의 방향은 모델의 발표 시점을 기준으로 한 두 모델간의 영향의 방향을 나

타낸다. 즉, 이 예에서는, SW-CMM이 FAA-iCMM보다 먼저 발표되었으며, 따라서 SPE:SW가 REQ:FAA에 영향을 미쳤다는 것을 나타낸다. 해당 화살표 위의 유사도 계수는 그 영향의 크기를 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 본 그림에서는 같은 카테고리 내에서의 다른 프로세스 영역간의 관계만 나타내었다.

(그림 5) 각 카테고리내에서의 프로세스 영역들의 진화적 발전 관계

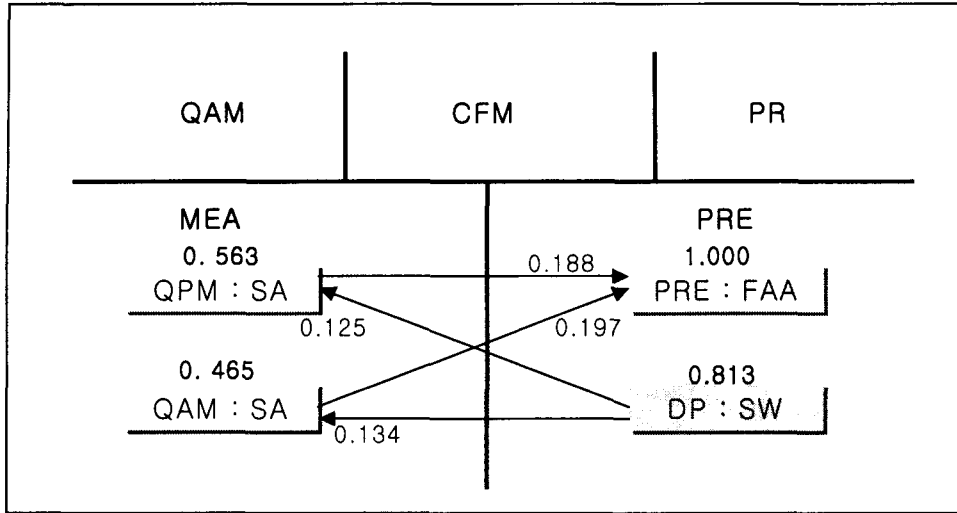


(b) 관리/프로젝트 카테고리

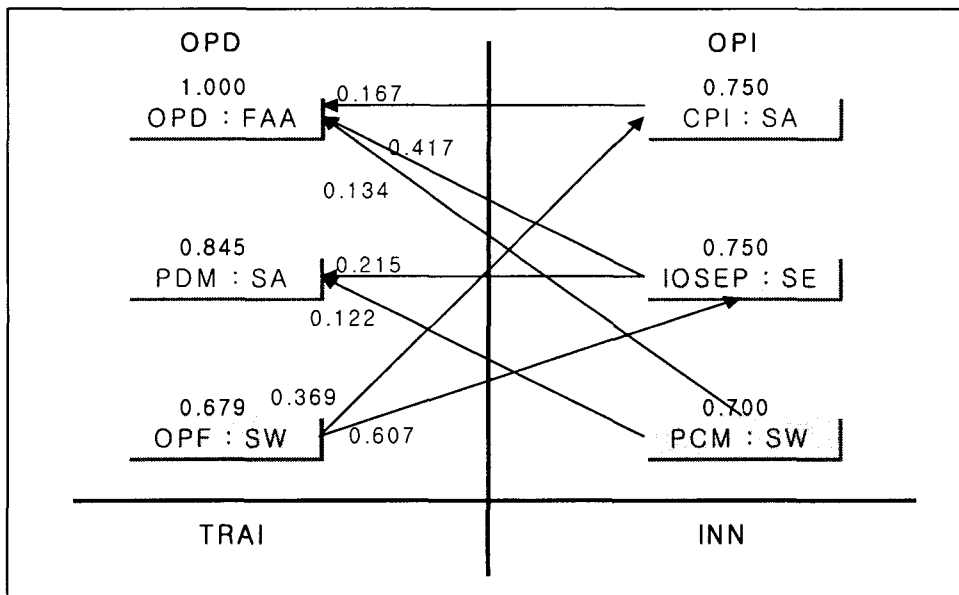
(그림 5) 각 카테고리내에서의 프로세스 영역들의 진화적 발전 관계 (계속)

(그림 5.b)는 관리/프로젝트 카테고리내 프로세스 영역간의 관계를 보여준다. FAA-iCMM의 CTM은 관리/프로젝트 카테고리내에서 완전히 독립적이며, 나머지 PM, RM, COO 등은 타 프로세스 영역들과 완전히 독립적이지 못하고 서로 어느 정도 관련성이 있다. SPTO:SW, ISM:SW, SPP:SW의 기초 프랙티스들은 주로 PM:FAA에 의해서 승계가 되었으나 (유사도가 각각 0.850, 0.117, 0.800), 후속 모델들의 여러 프로세스 영역에 영향을 주었다. SPTO:SW의 기초 프

랙티스의 많은 부분이 RM:FAA (유사도 0.139), MR:SE (유사도 0.205), ARM:SE (유사도 0.182)로 분할되었다. 또한 ISM:SW의 많은 기초 프랙티스들도 RM:FAA (유사도 0.391), MR:SE (유사도 0.288), ARM:SA (유사도 0.234), COO:FAA (유사도 0.129), ID:SE (유사도 0.129)로 분할되었다. 그리고 SPP:SW의 기초 프랙티스들은 RM:FAA (유사도 0.234), MR:SE (유사도 0.200), COO:FAA (유사도 0.122), ID:SE (유사도 0.150)로 분할되었다.



(c) 지원 카테고리



(d) 조직 카테고리

(그림 5) 각 카테고리내에서의 프로세스 영역들의 진화적 발전 관계 (계속)

(그림 5.c)는 지원 카테고리내 프로세스 영역간의 관계를 보여준다. FAA-iCMM의 프로세스 영역 QAM, CFM, PR은 지원 카테고리내에서 완전히 독립적이며, 나머지 프로세스 영역 MEA, PRE는 서로 완전히 독립적이지 못하고 서로 어느 정도 관련성이 있다. DP:SW의 기초 프랙티스들은 대부분

PRE:FAA에 의해서 승계 되었으나 (유사도 0.813), QPM:SA (유사도 0.125)와 QAM:SA (유사도 0.134)로 분할되었다. 그리고, 다시 QPM:SA와 QAM:SA의 기초 프랙티스들은 PRE:FAA (유사도가 각각 0.188, 0.197)로 분할되었다.

(그림 5.d)는 조직 카테고리내 프로세스 영역간의 관계를 보여준다. FAA-iCMM의 프로세스 영역 TRAI, INN은 지원 카테고리내에서 완전히 독립적이며, 나머지 프로세스 영역 OPD, OPI는 서로 완전히 독립적이지 못하고 어느 정도 관련성이 있다. OPF:SW와 PCM:SW는 후속 모델의 프로세스 영역에 영향을 주었다. OPF:SW는 주로 OPD:FAA에 의해서 승계 되었으나 (유사도가 각각 0.679), 많은 기초 프랙티스들이 CPI:SA (유사도 0.369)와 IOSEP:SE (유사도 0.607)로 분할되었다. 그리고, PCM:SW는 주로 OPI:FAA에 의해서 승계 되었으나 (유사도가 각각 0.679), 기초 프랙티스들은 OPD:FAA (유사도 0.134)와 PDM:SA (유사도 0.122)로 분할되었다.

## 6.2 각 모델의 상이한 카테고리들간의 관계

### 6.2.1 카테고리 수준에서의 분석

다음으로, 상이한 카테고리간의 유사도를 살펴보자. (그림 4)는 상이한 카테고리들간의 유사도가 모두 0.072이하로서, 거의 대부분이 0인 것을 보여준다. 이러한 것은 각 카테고리간에는 유사도가 아주 작고 서로 독립적이며, 각 카테고리마다 서로 다른 내용의 고유한 항목들로 구성되어 있다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 (그림 2.b)의 각 모델의 고유 카테고리에 의한 분석결과와는 매우 대조적이라는 것을 알 수 있다.

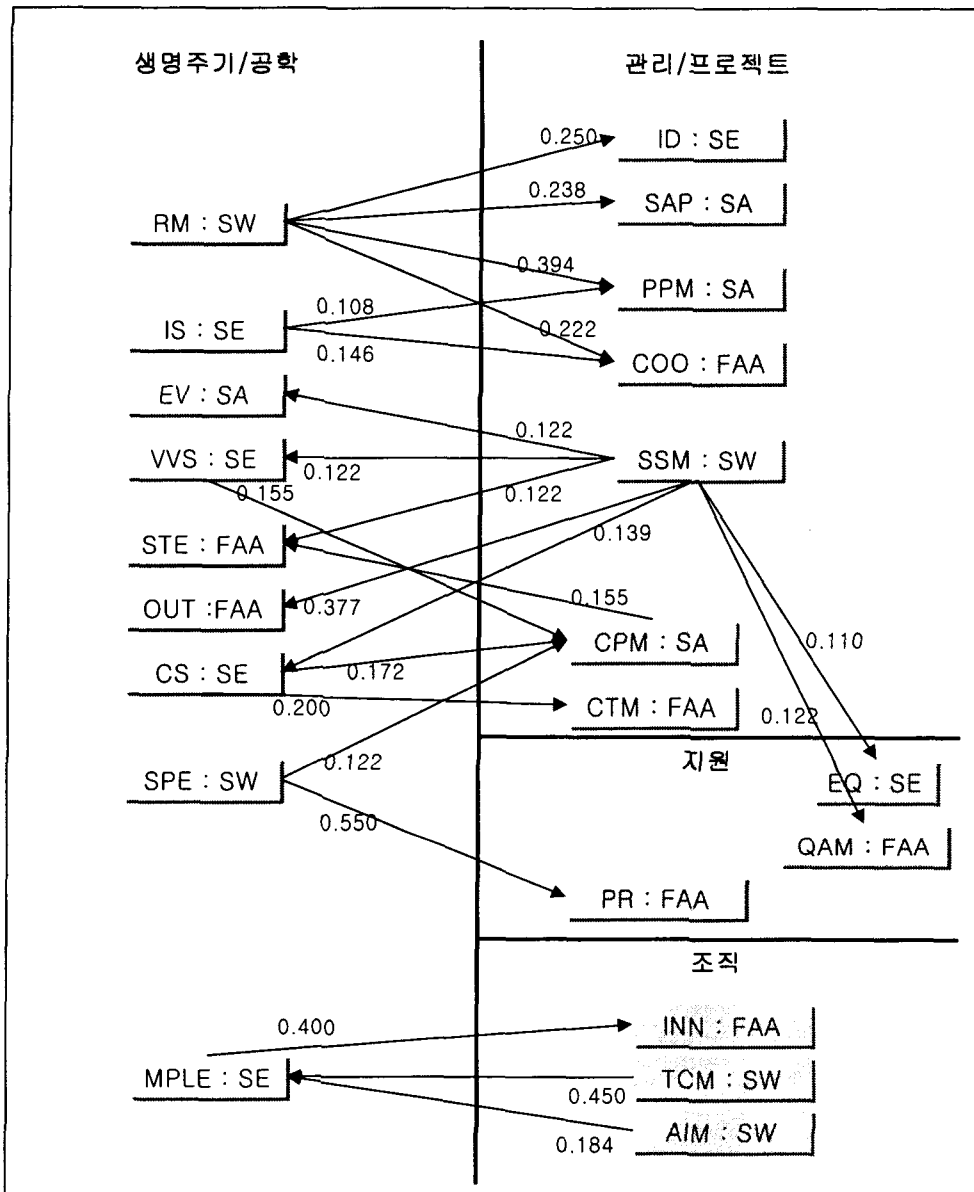
특히, 조직 카테고리는 FAA-iCMM의 조직 카테고리와 SW-CMM의 조직카테고리만이 SE-CMM의 생명주기/공학 카테고리와의 유사도를 각각 0.072, 0.047의 유사도를 갖고, 다른 모든 카테고리와는 독립적이다. 이는 조직 카

테고리는 다른 카테고리와는 잘 분화되어 있다는 것을 의미한다. 또한, 지원 카테고리도 FAA-iCMM의 지원 카테고리가 SW-CMM의 생명주기/공학 카테고리와는 0.065, SW-CMM의 관리/프로젝트 카테고리와는 0.031의 유사도를, 그리고 SE-CMM의 지원 카테고리가 SW-CMM의 관리/프로젝트 카테고리와의 0.05의 유사도를 갖고 있을 뿐이다. 조직 카테고리와의 지원 카테고리간에는 어떤 경우에도 유사도가 0으로 서로 완전히 독립적이라는 것도 특이할 만하다.

### 6.2.2 프로세스 영역 수준에서의 분석

(그림 6)은 CMM 모델들의 상이한 카테고리에 속하는 프로세스 영역간의 진화적 발전 관계를 나타낸 것으로서, 각 카테고리내에서 다른 카테고리와 연관이 있는 프로세스 영역이 어느 것인가를 구체적으로 보여준다.

생명주기/공학과 관리/프로젝트 카테고리는 서로 완전히 독립적이지 못하나 서로간에 약간의 영향을 주고 있으며, RM:SW와 PPM:SA간의 유사도가 0.394로서 가장 크며, 대부분은 유사도가 0.1 - 0.2 사이이다. 생명주기/공학 카테고리와의 관리/프로젝트 카테고리간에는 관련이 있는 프로세스 영역이 15개로 어떤 카테고리쌍 보다도 많다. 관리/프로젝트와 지원 카테고리간에는 SSM:SW와 EQ:SE, SSM:SW와 QAM:FAA간 유사도가 각각 0.110, 0.122이다. 생명주기/공학과 지원 카테고리간에는 SPE:SW와 PRM:FAA이 단 하나의 관련된 프로세스 영역쌍이나, 그 값에는 0.550으로 전체 유사도중에서 가장 큰 값이라는 것이 특이하다. 생명주기/공학과 조직 카테고리간에는 서로 관련이 있는 프로세스 영역이 4개이며, MPLE:SE와 TCM:SW간 유사도가 0.450으로 가장 크고, MPLE:SE와 AIM:SW간 유사도가 0.184로



(그림 6) 상이한 카테고리에 속하는 프로세스 영역간의 진화적 발전 관계

가장 작다. 조직과 지원 카테고리 사이에는 서로 관련된 프로세스 영역쌍이 전혀 없다.

### 6.3 모델 수준에서의 비교

<표 5>는 CMM 모델들의 카테고리별 기초 프랙티스들의 분포로서, FAA-iCMM을

기준으로 재구성한 모델들의 카테고리 분포를 나타낸 것이다. 생명주기/공학 카테고리에는 SW-CMM 모델과 관련된 기초 프랙티스가 적어 SW-CMM은 13개, 9%의 기초 프랙티스만이 분포되어 있으며, FAA-iCMM은 63개, 48%, SE-CMM은 52개, 45%로서 많이 분포되어 있다. 관리/프로젝트 카테고리에는 FAA-iCMM이 26개 20%로서 가장 적



&lt;표 5&gt; CMM 모델들의 카테고리별 기초 프랙티스들의 분포

구분	FAA-iCMM		SA-CMM		SE-CMM		SW-CMM	
생명주기/공학	63	48%	24	22%	52	45%	13	9%
관리/프로젝트	26	20%	47	42%	28	24%	59	39%
지원	22	17%	15	13%	12	11%	41	27%
조직	19	15%	25	23%	23	20%	37	25%
계	130	100%	111	100%	115	100%	150	100%

으며, SA-CMM은 47개, 42%로 가장 많다. 지원 카테고리에는 대체로 각 모델마다 기초 프랙티스비율이 적고, SE-CMM에서 12개, 11%로 가장 적고, SW-CMM에서 41개, 27%로 가장 많다. SW-CMM에서는 다른 카테고리보다 지원 카테고리가 가장 크다. 조직 카테고리에는 FAA-iCMM모델이 비율상으로 15%로 가장 작고, SW-CMM에서 37개, 25%로 가장 크다.

즉, FAA-iCMM과 SE-CMM은 생명주기/공학 중심적이고 서로 매우 흡사하다. SA-CMM과 SW-CMM은 둘 다 관리/프로젝트 중심적이거나 SA-CMM이 SW-CMM에 비해서 생명주기/공학 부분이 더 강화되어 있다.

## 7. 결론

본 연구에서는 SPI 모델간 유사도 척도의 평가를 위한 세 가지 기준과 다섯 가지의 준거 경우를 제시하고, 세 가지 평가 기준 모두를 만족시키는 유사도 척도를 개발하였다.

CMM 모델들에 대한 분석 결과는 본 논문의 유사도 척도의 유용성을 잘 보여준다. 각 SPI 모델들의 기초 프랙티스간의 대응관계에 대한 선행 연구 결과를 기반으로, FAA-iCMM, SA-CMM, SE-CMM, 그리고

SW-CMM 모델들간의 유사도를 본 논문에서 제안된 척도를 이용하여 프로세스 영역, 카테고리, 전체 모델의 전 계층에서 정량적으로 측정하였다. 그 결과, CMM 모델들의 카테고리중에서 지원 카테고리와 조직 카테고리는 모델간에 잘 대응되며 서로 비슷하나, 기타의 카테고리들은 모델간에 잘 대응되지 않으며 유사도가 낮다는 것이 밝혀졌다. 또한 지원 카테고리와 조직 카테고리는 다른 카테고리들과 잘 분화되어 다른 카테고리와의 유사도가 매우 낮은 것이 밝혀졌다. 그리고, SA-CMM과 SE-CMM, 그리고 SW-CMM의 지원 카테고리와 조직 카테고리에 속하지 않는 프로세스 영역들을, 측정된 프로세스 영역간 유사도를 이용하여 최신의 모델인 FAA-iCMM의 분류 틀에 의한 분류방법에 의해서 재구성하였다. 그 결과, FAA-iCMM의 프로세스 영역 분류 카테고리가 기존의 세 CMM 모델들의 프로세스 영역들을 체계적으로 잘 분류한다는 것이 밝혀졌다. 이러한 결과는 본 논문에서 제시된 SPI 모델간 유사도 척도가 기존의 SPI 모델간의 관계 분석과 재분류에 매우 효과적으로 사용될 수 있다는 것을 보여준다. 또한, SA-CMM과 SW-CMM은 관리/프로젝트 카테고리, SE-CMM은 생명주기/공학 카테고리에 상대적으로 중점이 두어져 있으며, FAA-iCMM은 이들 세 모델을 통합하고 있으나 생명주기/공학 카테고리의 비중이 가장

높다는 것이 밝혀졌다.

SPI 모델간의 관계 분석과 재구성은 각 SPI 모델에 관한 많은 기존의 연구 결과들을 서로 비교하고 통합할 수 있게 해준다. 또한, SPI 모델간의 관계 분석과, 보다 종합적인 모델의 개념 틀에 의한, 재구성은 이미 부분적 모델에 의하여 평가를 받은 조직이 보다 종합적인 평가를 받으려고 할 때, 어떤 결과가 나올 것인가와 평가 결과의 채택에 대한 합리적인 예측을 가능케 하고, 그에 따라, 어떤 종합적 모델에 의거하여 평가를 받을지, 어떤 일정에 의하여 평가를 받을지, 그리고, 보다 근본적으로, 추가적인 평가를 받을지 아니면 받지 않을 지에 대하여 합리적인 의사결정을 내릴 수 있게 해준다.

본 논문 SPI 모델간 유사도 척도는 관련 모델들의 기초 프랙티스 수가 서로 비슷한 경우에는 비교적 정확한 비례 자료를 생성하는 것으로 판단된다. 또한, 본 논문에서 FAA-iCMM을 기준으로 나머지 세 모델들의 FAA-iCMM과의 유사도를 측정했듯이, 어느 한 모델을 기준으로 하여 비교되는 모델들의 기초 프랙티스의 수가 비슷한 경우에도 기준 모델과 다른 모델들간의 유사도에 대한 비교적 정확한 비례 자료를 생성하는 것으로 판단된다. 그러나 그 외의 경우에 대해서는 정확한 순서 자료도 생성하지 못할 가능성이 있는 것으로 판단된다. 분석되는 모델들의 기초 프랙티스 개수가 서로 상이한 경우에도 유사도의 순서를 정확히 반영할 수 있도록 본 논문의 척도를 개선할 수 있다면, 그 결과 척도는, 그 값이 0과 1의 사이어야 한다는 본 논문의 (기준 3)에 의하여 비례 척도가 될 것이며 보다 정확하고 폭 넓은 분석을 가능케 할 것이다. 또한, 좀더 이질적인 모델들, 예를 들어, CMM모델들과 SPICE간의 관계에 대한 분석도 또한 의미 있는 결과를 낳을 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

- [1] 정기원, 윤창섭, 김태현, 「소프트웨어 프로세스와 품질」, 홍릉과학, 1997.
- [2] 홍정유, 이수정, 김주성, 고석하, “소프트웨어 프로세스 향상 모델간 개념적 관계분석”, 정보기술응용학회 추계공동학술회의, 2001, pp.637-658.
- [3] Batista, J., and A. Dias de Figueiredo, “SPI in a very small team : a case with CMM”, *Software Process Improvement and Practice*, Vol. 5, 2000, pp.243-250.
- [4] Butler, K.L., “The Economic benefit of software process improvement”, *CrossTalk*, July, 1995, pp.14-17.
- [5] Clark, Bradford K., “Quantifying the Effects of Process Improvement on Effort,” *IEEE Software*, 2000, pp.65-70.
- [6] CMU-SEI, *A Systems Engineering Capability Maturity Model<sup>SM</sup> Version 1.1*, CMU/SEI-95-MM-003, November, 1995.
- [7] CMU-SEI, *Process Maturity Profile of the Software Community 1994 MID Year Update*, Oct. 1994, pp. 1-27.
- [8] CMU-SEI, *Process Maturity Profile of the Software Community 1994 Year End Update*, April, 1995, pp. 1-28.
- [9] CMU-SEI, *Process Maturity Profile of the Software Community 1995 Mid-Year Update*, Nov. 1995, pp. 1-33.

- [10] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1995 Year End Update, April, 1996, pp. 1-33.
- [11] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1996 Mid-Year Update, Nov. 1995, pp. 1-34.
- [12] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1996 Year End Update, May, 1997, pp. 1-32.
- [13] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1997 Mid-Year Update, Oct. 1997, pp. 1-32.
- [14] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1997 Year End Update, May, 1998, pp. 1-33.
- [15] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1998 Mid-Year Update, Dec. 1998, pp. 1-33.
- [16] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1998 Year End Update, March, 1999, pp. 1-33.
- [17] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1999 Mid-Year Update, Dec. 1999, pp. 1-33.
- [18] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 1999 Year End Update, March, 2000, pp. 1-33.
- [19] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 2000 Mid-Year Update, Aug. 2000, pp. 1-33.
- [20] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 2000 Year End Update, March, 2001, pp. 1-33.
- [21] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 2001 Mid-Year Update, Aug. 2001, pp. 1-33.
- [22] CMU-SEI, Process Maturity Profile of the Software Community 2001 Year End Update, March, 2002, pp. 1-34.
- [23] Cooper, Jack, Matthew Fisher, and S.Wayne Sherer, *Software Acquisition Capability Maturity Model<sup>2</sup> Version 1.02*, SEI Technical Report, CMU/SEI-99-TR-002, ESC-TR-99-002, April, 1999.
- [24] Herbseb, James, "Software Quality and the Capability Maturity Model", *Communication of ACM*, Vol.40, No. 6, June, 1997, pp.30-40.
- [25] Ibrahim, Linda, Rebbcca Deloney, Don Gantzer, Larry LaBruyere, Bob Laws, Pete Malpass, John Marciniak, Natalie Reed, Ross Ridgeway, Adrienne Scott and Sarah Sheard, *The Federal Aviation Administration Integrated Capability Maturity Model(FAA-iCMM), Version 1.0*, Federal Aviation Administration, November, 1997.
- [26] Kautz, Karlheinz, "Software Process Improvement in Very

- Small Enterprises : Does It Pay Off?", *Software Process Improvement and Practice*, Vol. 4, 1988, pp.209-226.
- [27] Paulk, Mark C., Bill Curtis, Mary Beth Chrissis, and Charles V. Weber, *Capability Maturity Model<sup>SM</sup> for Software, Version 1.1*, SEI Technical Report, M U / S E I - 9 3 - T R - 0 2 4 , ESC-TR-3-77, February, 1993.
- [28] Saiedian, H., and R. Kuzara, "SEI Capability Maturity Model's Impact on Contractors", *IEEE Computer*, Vol. 28, Issue 1, Jan, 1995, pp.16-26.
- [29] Wang, Y., I. Court, M. Ross, G. Staples, G. King, and A. Dorling, "Quantitative Analysis of Compatibility and Correlation of Current SPA/SPI Models", Software Engineering Standards Symposium and Forum, 1997, Emerging International Standards, ISESS 97, Third IEEE International, 1997, pp.36-55.
- [30] Wang, Y., I. Court, M. Ross, G. Staples, G. King, and A. Dorling, "Quantitative Evaluation of the SPICE, CMM, ISO 9000 and BOOTSTRAP", Software Engineering Standards Symposium and Forum, 1997, Emerging International Standards, ISESS 97, Third IEEE International, 1997, pp.57-68.

## ■ 저자소개



### 고석하

공동저자 고석하는 현재 충북대학교 경영정보학과 교수로 재직중이다. 서울대학교 경제학사(1980), 한국과학기술원 경영과학 석사(1982), 박사학위(1988)를 취득하였다. 주요 연구 분야는 MIS, Software Quality Management, Project Management, Software Engineering, e-Business 등이다.



### 이수정

공동저자 이수정은 현재 충북대학교 경영정보학과 석사과정중이다. 충북대학교 경영학과 학사학위(2001)를 취득하였다. 주요 관심 분야는 객체지향 분석방법론, Project Management 등이다.



### 홍정유

공동저자 홍정유는 충북대학교 경영정보학과 박사과정을 수료하였으며, 현재, 생명공학연구소 전산실 및 연구관리과에 근무중이다. 충북대학교 경영학과 학사(1983), 서강대학교 경영학과 석사학위(1985)를 취득하였으며, 충북대학교 전자계산학과 석사과정을 수료(1999)하였다. 주요 관심 분야로 전자상거래, Project Management, Software Engineering 등이다.



**김주성**

공동저자 김주성은 충북대학교 경영정보학과 박사과정을 수료하였으며, 충북대학교 경영정보학과 학사(1992), 경영학 석사 학위(1999)를 취득하였다. 주요 관심 분야는 전자상거래, CRM, Usability, Information System Quality, Project Management 등이다.



**경원현**

공동저자 경원현은 현재 충북대학교 경영정보학과 박사과정중이다. 충북대학교 경영정보학과 학사(1999), 산업공학과 석사 학위(2002)를 취득하였다. 주요 관심 분야는 전자상거래, Information System Quality, Reusability, Project Management 등이다.