

# 소프트웨어 프로세스 개선의 성공요인이 조직성파에 미치는 영향: 조직성속도의 매개효과의 관점에서

김인재, 설경환

동국대학교 경영대학 경영정보학과  
서울 중구 필동 3가 26번지 동국대학교  
Tel: 02-2260-3842, E-mail: ijkim@dongguk.edu

동국대학교 대학원 경영정보학과  
서울 중구 필동 3가 26번지 동국대학교  
Tel: 02-2260-8727, E-mail: jenny@dongguk.edu

## Abstract

Software Process Improvement(SPI) becomes an important issue at software quality. A research model is suggested on the basis of previous literature. The model includes success factors for SPI as independent variables and CMM levels as mediating variables, and defines organizational performance as dependent variables. This study basically investigates causal relationships among SPI success factors, CMM levels, and organizational performance through a structured equation model. A LISREL v8.72 for windows is used for statistical analysis.

Even through success factors for SPI partially influences the CMM level, the CMM level is fully related to the level of organizational performance. The results show that the success factor for SPI in Korean companies are not equal to the factors abroad, but indicate that the CMM level is closely related to the organizational performance. These results will be helpful to academicians as well as to practitioners.

## Keywords:

Software Process Improvement(SPI), Success Factor for SPI, Capability Maturity Models(CMM)

## 서론

지식정보 사회에서 기업 간 경쟁에서 우위에 설 수 있는 기업이란 사업전략을 효율적으로 관리하고 성공의 핵심 요인인 조직, 고객, 내부 프로세스를 혁신하는 기업이다. 소프트웨어 중심조직(SIO: Software Intensive Organization)에서도 이는 마찬가지이며 특히 소프트웨어 프로세스 개선(SPI: Software Process Improvement; 이하 SPI)은 소비자의 만족도와 기업의 경쟁력 향상, 사업상 가치의 개선 등을 통해 기업이 필요로 하는 사업목표를 달성하기 위한 중요한 역할을 한다(ISO 1998).

성공적인 SPI 활동을 위한 핵심 요인으로 조직의 변화를 들 수 있다(Stelzer 1998). 또한 이들 변화는

조직이 속한 환경에 영향을 받게 된다. 따라서 SPI 활동을 추진하기 위해서는 프로세스 뿐만 아니라 기업의 환경을 고려한 인적 요인 및 조직적 요인 등 SPI 활동에 영향을 미치는 요인을 재고할 필요가 있다.

SPI 활동을 성공적으로 수행하기 위해서는 여러 요인들에 대한 체계적인 경영적 관리가 필요하다. 여러 요인들 중에서 조직에서 관리되어야 하는 요인들에 대한 분류를 하고 이들이 개선활동 후 나타나는 성과와 조직의 성숙도에 어떤 영향을 미치는가를 분석함으로써 실제 SPI를 수행하는 기업들에게 참고자료를 제공할 수 있다.

체계적 SPI 활동 전개가 기업 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 많은 국제적 사례연구가 발표되어 있다(Haley 1996, Krasner 1999). 하지만 SPI 활동을 수행하는 모든 기업들이 소정의 목적을 달성하는 것은 아니다. CMM 등 SPI모형은 프로세스 관점에서 무엇을(what) 하여야 할 것인가만을 제시하고 있다. SPI 활동을 성공으로 이끌기 위해서는 경영, 인적자원, 조직, SPI 추진방법 등의 다양한 환경적 관점을 고려하여 어떠한 요인들이 보다 효과적이고 효율적인 SPI 활동에 영향을 미칠 수 있는지를 파악하는 것이 중요하다. 이를 위해 프로세스 관점에서 바라본 SPI 성공요인과 다른 여러 가지 환경을 고려한 SPI 성공요인을 차별화하는 모형을 제시함으로써 국내 소프트웨어 개발업체의 SPI 활동의 성공에 영향을 미치는 요인을 체계적으로 분석하고자 한다.

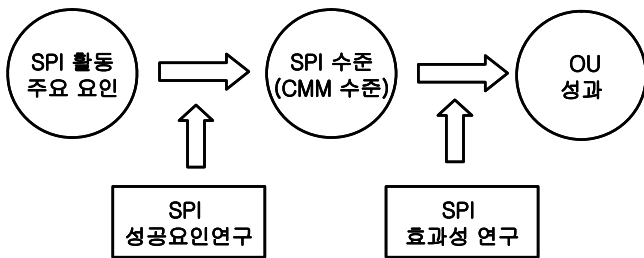
본 연구에서는 SPI모형의 성공요인과 SPI 효과성에 관한 문헌연구를 통해서 성공적 SPI 활동에 영향을 미치는 요인을 실증적으로 분석하기 위하여, 국내에서 SPI활동을 활발히 진행하고 있는 기업체의 담당자에게 설문조사를 하였다.

본 연구의 목적상 SPI 성공요인은 기존 문헌에서 도출된 항목 중에서 프로세스와 관련된 요인을 제외했으며, 조직의 성숙도는 프로세스 관점에서 바라본 “CMM(Capability Maturity Model)의 KPA(Key Process Area) 달성정도”로 정의하고, 조직의 성과는

소프트웨어 수행능력에 한정하여 평가한다.

### 이론적 배경

SPI 활동의 성공에 영향을 미치는 요인에 관한 연구는 <그림 1>과 같이 SPI 활동 성공요인과 SPA 모형의 효과성에 관한 연구로 분리되어 진행되었다. SPI 성공요인에 관한 연구는 SPA 모형의 높은 수준을 달성하기 위해서 경영, 인적자원, 조직, SPI 추진방법 등에 관련된 요인들 중에서 어떤 요인들이 보다 중요한 역할을 하고 있는지를 파악하기 위한 연구이며, SPI 효과성에 관한 연구는 SPA 모형에서 높은 수준을 달성한 조직이 낮은 수준을 달성한 조직에 비해 높은 조직성과를 달성하고 있음을 입증하고자 하는 연구이다.



<그림 1> SPI 활동의 영향요인 연구 모형

### SPI 성공요인에 관한 연구

SPA 모형은 프로세스 관점에서 무엇을 달성하여야 하는가에 대해 정의해 주고 있다. 하지만 SPI를 수행하는 실무 담당자의 입장에서는 어떻게 하여 효율적으로 SPI 활동을 수행하여 SPA 모형의 높은 성숙도를 달성하고 조직의 성과를 높일 수 있을지 관심을 가지게 된다. 특히 SPI 활동은 기업 및 개발자들이 업무수행 방식에 대한 변화를 요구하기 때문에 경영, 인적자원, 조직, SPI 추진방법 등에 따라 SPI 활동의 성공에 커다란 차이점을 나타내게 된다.

Goldenson(1995)은 CMM 모형의 효과성을 분석하는 연구를 진행하면서 추가적으로 SPI활동에서 각 OU의 중요한 요인 들의 현황과 SPI 성공정도를 연관시켜 최고경영자의 SPI 활동 검토, SPI를 위한 인력자원 및 책임의 명확한 확보, SEPG의 인지도, 실무 개발자들의 SPI 활동에 대한 적극적 참여, SPI를 위한 충분한 시간과 자원의 확보, SPI 목적이 명확하고 분명하게 이해되는 정도의 6가지 SPI 주요 성공요인을 제시하였다. 조직이 변화관리를 정치적으로 사용, 조직원의 변화에 대한 저항, 과거의 경험에 의거한 SPI 활동에 대한 냉소, 실무 개발자들의 SPI 활동에 대한 심적 부담의 4가지 저해요인을 제시하였고, 성공적 SPI 활동에 대한 금전적 보상과 중간관리자 및 실무개발자의

이직률은 SPI에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

El Emam(1998)은 조직이 상위 관리자에 의해 결정되어진 명백한 목표와 일관적인 방향을 가지고 개선활동에 얼마나 집중적으로 투자하는가를 SPI 성공과 실패를 나누는 가장 중요한 요인으로 간주하였다. 심사를 받은 조직을 대상으로 설문조사를 수행한 결과 SPI를 위해 자원이 가용되는 정도와 관리자들과의 SPI에 대한 관심정도에 관련되어 있다는 이행약속(Commitment)과 중간관리자와 기술적 인력들의 이직률(Turnover), 조직의 SPI를 촉진시키거나 방해하는 활동이나 동기부여를 나타내는 정책(Politics), SPI에 관계하고 있는 사람들이 조직 내에서 동요로부터의 존경(Respect), 그리고 SPI 개선을 하고자 하는 조직의 노력에 대한 지원의 집중(Focus)의 5가지를 성공적인 SPI를 위한 조직요인으로 분류하였다.

Stelzer(1998)는 ISO9000 및 CMM에 기반을 둔 SPI 기존연구에서 언급된 중요요인을 메타분석을 통해서 우선순위를 도출하였다. 경영자의 확신과 지원, 실무 개발자의 참여, 명확한 SPI 활동의 이해가 가장 많이 언급된 성공요인으로 도출되었다.

Dyba(2000)는 기존의 성공요인에 관한 연구가 각 항목에 대한 신뢰성 및 연구결과의 타당성을 입증하는 과학적 접근을 간과한 점을 지적하면서 SPI 활동에 영향을 미치는 요인을 측정 도구화(Instrument) 할 수 있는 방법을 제시하였다. 우선 성공요인을 기업의 목표와 SPI활동의 연계성, 경영자의 리더십, 종업원의 참여도, 정량적 관리에 대한 관심도, 기존의 경험에 대한 활용도, 새로운 정보에 대한 활용도의 6개 요인으로 구분하였으며 이들을 측정하기 위한 다수의 질문을 작성하여 이들의 내적 신뢰성 및 개념 및 예측 타당성을 분석하였다.

Rainer(2002)는 조직을 SPA를 실시한 유형에 따라 정식 심사를 받은 조직, 자체 심사를 수행한 조직, 심사를 수행하지 않은 조직으로 구분하여 각 조직이 느끼고 있는 중요요인을 분석한 결과 검토, 표준 및 절차, 교육 및 지도(Mentoring), 경험이 많은 SEPG(Software Engineering Process Group) 등이 모든 조직에서 중요요인으로 인식되고 있음을 확인하였다. Baddoo(2002)는 실무 개발자, 프로젝트 관리자, 상위 경영자의 SPI 성공 및 저해 요인을 분석하여 조직의 구성원들 사이에 지니고 있는 중요 요인에 대한 차이점을 분석하였다.

### SPI 효과성에 관한 연구

SPI 효과성에 관한 연구는 SPA 모형의 기본 가정인 높은 성숙도를 보이는 조직이 높은 조직성과를 나타내고 있는지를 검증하는 연구이다. SPI 효과성에 관한 연구는 사례연구와 실증자료를 기반으로 하는 상관관계분석 방법이 존재한다.

사례연구의 경우는 단일 조직단위 또는 세부 조직단위의 성숙도 증가에 따른 조직 성능의 긍정적 효과를 분석한 것으로 다양한 조직에서 긍정적 결과를 발표하고 있다. Humphrey (1991)는 Raytheon사에서 수행한 SPI 프로그램의 성과를 토대로 성과를 측정하였다. 초기 CMM 심사의 적용사례인 Hughes Aircraft 소프트웨어 개발 부분의 SPI 사례에서 SEPG의 구성, 정량적 프로세스 관리 체계의 도입, 교육훈련 프로그램의 정착, 효과적 검토 프로세스의 정립, 소프트웨어 공학 방법론의 사용 등의 개선활동을 전개함으로써 Level 3인 정의된(Defined) 단계로 조직을 성숙도를 높였으며, 그 결과 비용대비 개선효과인 ROI(Return On Investment)가 5배 이상으로 나타남을 입증할 수 있었다.

Heley(1996)는 Raytheon사를 대상으로 한 SPI 성공요인에 대한 연구를 수행하였다. SPI의 성과를 측정하기 위해 품질의 비용, 소프트웨어 생산성, 비용/성과 항목, 전체적인 제품품질, 다른 조직 및 인력에 대한 이득, 예측가능성 등을 성과 측정요인으로 사용하였다. SPI의 실질적 효과는 품질비용, 소프트웨어 생산성, 소프트웨어 예측가능성, 제품품질 등 전 분야의 개선이 정량적으로 확인이 되었으며, 연구결과에서 SPI 성공요인은 다음과 같은 5가지로 제시하였다. (1) SPI에 대한 비전과 이행약속은 소프트웨어 조직의 관리자로부터 도출된다는 것이다. 소프트웨어 조직의 관리자는 SPI를 위해 중요한 위치에 있으며 실질적으로 노력을 이끌어 내게 된다. (2) 일반적 관리를 수행하는 종업원의 역할이다. 즉, 그들은 SPI를 위한 실질적인 후원자의 역할을 한다. (3) 프로세스 개선이 명백하고 지속적으로 프로젝트의 사업이득을 가져왔다는 것에 대한 확신이다. (4) 기술적 작업에 대한 관리, 임의의 자원에 대한 할당, 이행약속 등의 작업환경에서의 문화적 요인도 중요한 역할을 하였다. (5) 개선활동이 소프트웨어 조직에서 점진적으로 수행되었다는 것이다.

Butler(1995)는 OC-ALC(Oklahoma City Air Logistics Center)의 소프트웨어 LA지점(LA)과 라스베가스의 소프트웨어 개발부분(LAS)에 대하여 1994년 6월부터 실시된 소프트웨어 프로세스 개선사례를 분석하였다. 이 사례연구에서의 주요한 발견 내용은 CMM은 단순한 지침으로만 사용되었을 뿐이며, 개선은 프로세스에 가치를 부여한다는 조직의 식견이 견지되어야만 구현될 수 있으며, 프로세스 개선은 지속적인 프로세스 수행의 결과이며 성숙도가 높을수록 품질과 생산성 측면에서 더 많은 이득이 나타났다. 실증적 연구의 경우는 Goldenson(1995)과 El Emam(2000)의 연구에서 잘 나타내고 있다. Goldenson(1995)은 SEI(Software Engineering Institute)에서 92-93년 동안 CMM 심사를 수행한 복미 56개 조직단위(OU)에 설문조사를 실시하여 프로세스

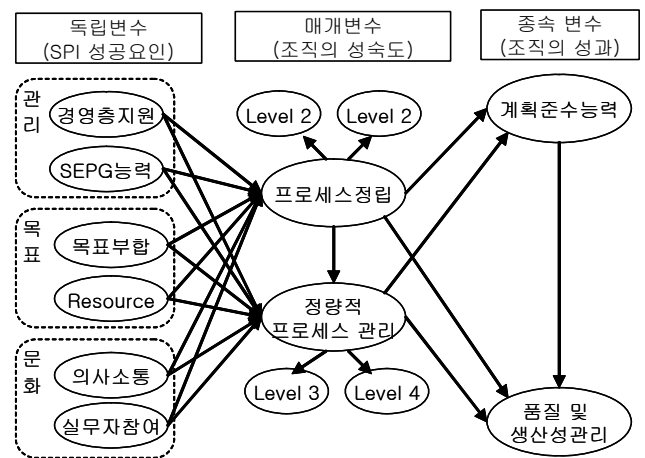
성숙도와 조직의 성과의 상관관계를 분석하였다. 성숙도는 OU의 CMM 수준으로 정의하였으며 조직의 성과는 6개 항목(예산준수, 일정 준수, 제품품질, 개발자 생산성, 고객만족도, 직원만족도)에 대한 설문조사 결과를 이용하였다. 수준 2에서의 고객만족도를 제외한 모든 성과항목은 OU의 성숙도에 따라 개선된 결과를 나타냄을 보여 주었으며, 성숙도 증가에 따라서 조직의 성과가 개선되었다.

El Emam(2000)은 SPICE 각 프로세스별 능력 수준이 조직의 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구에서는 조직의 규모에 따라 소규모와 대규모 조직으로 구분하였으며, 엔지니어링 부분의 프로세스에 한정하여 높은 수준을 달성한 조직이 높은 조직성과를 달성하였는지를 분석하였다. 조직의 성과에 가장 많은 영향을 미치는 프로세스로는 소프트웨어 디자인 프로세스가 선정되었으며 소규모 조직에서는 대부분의 프로세스가 유의미한 결과를 나타내지 않았다.

## 연구의 설계

### 연구 모형

본 연구는 문헌연구에서 조사된 SPI 성공요인을 독립변수 구성요인으로 포함시키고 조직의 프로세스 성숙도를 측정할 수 있는 CMM KPA 달성정도를 매개변수로 하였다. 또한 Goldenson의 연구에서 사용한 6가지 조직 성과항목에 대한 측정변수를 이용하여 종속변수인 조직의 성과를 계획준수 능력과 품질 및 생산성관리로 대별하여 측정토록 하였다. 즉 독립변수인 SPI 성공요인이 조직의 성숙도에 영향을 미치고, 다시 조직의 성숙도가 조직의 성과에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위한 연구이다. <그림 2>는 본 연구의 연구모형 및 가설을 나타낸다.



<그림 2> 연구 모형 및 가설

**SPI 성공요인의 요인도출**

소프트웨어 프로세스 향상의 개념은 비즈니스 프로세스 리엔지니어링의 특별한 형태로 간주되며(Kellner 1994), 그 성공을 위해 조직 내 변화관리가 중요한 요인중의 하나로 도출되었다(Hammer 1990). 따라서 SPI 에 관련된 여러 문헌들을 참고하여 선행연구에서 도출된 SPI 성공요인 중 조직의 환경과 문화를 직간접으로 변화시킬 수 있고 주도할 수 있는 Management 측면에서의 1)조직 단위 최고 경영층의 지원, 2)SPI 추진그룹(SEPG)의 능력, 조직의 변화 목표달성 수단으로서의 3)SPI 목표와 조직목표와의 부합, 4)SPI 활동에 필요한 자원확보, 조직의 문화 및 구조 변화 매체로서의 5)원활한 의사소통 채널, 6)개발 실무자들의 SPI 참여를 독립변수로 채택하였다.

**조직의 성숙도에 대한 정의와 요인도출**

조직의 성숙도를 평가하는 대표적인 방법은 CMM과 SPICE 등과 같은 SPA를 이용하는 것이다. 성숙도를 평가하기 위해 CMM 또는 SPICE의 심사결과를 이용하는 것이 바람직하지만 본 논문에서는 적용하기 불가능한 방법이므로 조직 내의 설문응답자에게 직접 물어서 결과를 수집하기로 하였다. SEI는 KPA의 달성 정도는 만족(satisfied), 불만족(unsatisfied)의 2가지 단위로 평가하고 있지만 심사 팀에 의한 KPA에 대한 평가를 수행하지 않고 설문 응답자에게 KPA의 달성 정도를 얻기 위해서는 5단계 Likert scale을 사용하는 방법이 신뢰성 높은 결과를 수집할 수 있다(Krishnan 1999). 따라서 본 연구에서는 CMM의 수준 2에서 수준 5까지의 18개 KPA의 목적에 대해 OU가 달성하는 정도를 5단계 Likert scale로 측정토록 하였다.

**조직의 성과에 대한 정의와 요인도출**

본 논문에서는 연구의 목적상 조직의 성과를 소프트웨어 중심조직의 소프트웨어 프로세스의 수행능력 면에 한정하여 정의한다. 조직의 성과를 측정하는 방법으로 사례연구 등에서는 ROI 또는 객관적 지표를 사용하는 방법이 가장 바람직하다고 할 수 있다. 하지만 서로 다른 OU를 비교하는 실증적 연구에서는 지표의 수집의 어려움, OU 간에 서로 다른 지표의 사용, SPI활동 이외의 다양한 요인이 ROI 등의 최종지표에 영향을 주는 교란효과(Confounding)에 따른 잘못된 관계의 성립 등 많은 문제점이 발생할 수 있기 때문에 객관적 지표의 사용이 힘들다(Goldenson 1995). 본 연구에서는 Goldenson의 연구에서 사용한 6가지 조직 성과항목(예산준수, 일정 준수, 소프트웨어 품질, 개발자 생산성, 고객만족도, 직원만족도)에 대한 측정변수를 이용하여 5 단계 Likert scale로

측정토록 하였다.

**표본자료의 특성**

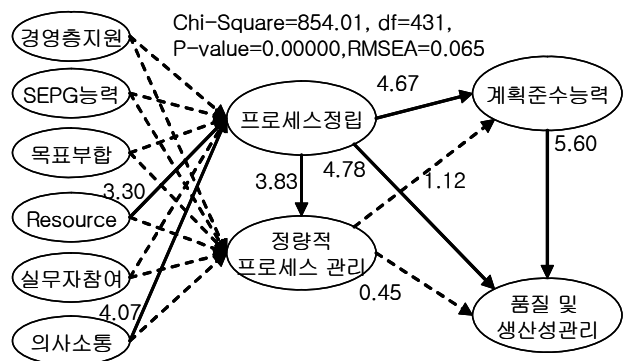
표본채취는 SPI활동을 활발히 진행하고 있는 국내 OU의 소프트웨어 전문가를 대상으로 하였다. 설문대상자는 SPI 활동에 대한 기본적 이해를 하고 있으며, 현재 조직에 속하여 성과부문에 관한 평가를 할 수 있는 전문가들로 구성되었다. 본 연구는 편중된 설문응답을 피하기 위해서 한 개의 조직단위에 16부 이하의 자료를 수집 하였으며 각 설문응답자는 다음과 같은 4가지 그룹에 소속 되었다.

- (가) 고급개발자 : 5년 이상의 소프트웨어 개발의 경력이 있는 실무 개발자
- (나) 프로젝트 관리자
- (다) SEPG 요원 : 기업에서 SPI 활동을 추진하는 중추적 그룹의 담당자
- (라) 상위경영자 : 직접적으로 프로젝트를 관리 하지 않는 상위 층의 경영자

Harris and Schaubor(1990)의 연구에서는 엄격한 구조 방정식 모형을 위해서는 샘플수가 최소 200개를 넘어야 한다고 하였으며 본 연구의 실증 분석을 위한 설문지는 235부로 이러한 요구사항에 만족한다고 할 수 있다. 설문지는 총 22개의 기업을 대상으로 사전에 연구의 의도를 공개한 후 직접방문을 통하여 회수하였다.

**결과분석**

앞서 제시한 연구모형을 기반으로 필요한 잠재 변수와 이에 따른 측정변수들을 설정하여 LISREL 모형을 구성한 후, 측정 변수들에 대한 상관분석 결과를 이용 하여 LISREL v8.72 윈도우용 프로그램을 통해 분석을 실시하였으며 그 결과는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 모형 분석 결과

본 연구의 결과를 가설을 토대로 분석하면 조직의

조직의 변화 목표달성 수단으로서의 SPI 활동에 필요한 자원확보와 조직의 문화 및 구조 변화를 측면에서의 원활한 의사소통이 프로세스 정립에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타나 CMM 성숙도에 유의한 영향을 미치는 SPI 성공요인으로 도출되었다.

SPA 모형에 대한 효과성은 프로세스 정립의 경우 조직의 성과, 즉 계획준수능력과 품질 및 생산성관리에 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되어 SPA 모형자체의 효과성은 조직의 성과에 유의한 것으로 나타났으나 정량적 프로세스 관리 KPA Goal의 달성 정도는 조직의 성과에 영향을 미치지 않는 것으로 드러났다. 이는 국내 조직에 CMM Level 4,5단계를 획득한 조직이 거의 없는 관계로 CMM의 관리(Managed)와 최적화 (Optimizing) 단계에서의 결함예방 및 기술변경관리 등의 중요성이 간과될 수 있어 설문에서도 낮은 측정치를 보인 것에 기인한 것으로 해석된다.

독립변수로서 SPI 성공요인 모두가 정량적 프로세스 관리단계 KPA Goal의 달성 정도에는 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 드러났다. 따라서 프로세스 구축에 해당하는 KPA Goal에 영향을 미치는 요인과 정량적 프로세스 관리에 해당하는 KPA Goal에 영향을 미치는 SPI 성공요인은 차이가 있는 것으로 드러났다.

또한 경영층의 지원과 SEPG의 능력, 목표부합, 실무자 참여 등의 SPI 성공요인의 경우 프로세스 정립단계 KPA Goal의 달성 정도에 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 드러났다. 이는 CMM의 반복(Repeatable)과 정의(Defined) 단계가 표준을 정의하고 정의된 표준을 지키는 단계라고도 볼 수 있기 때문에 경영층의 지원 및 조직원의 능력, 구축 전략 등이 핵심 성공요인인 다른 프로젝트와는 성격이 다른 것이 기인되는 것이라 유추될 수 있다.

## 결론

본 연구의 결과는 먼저 학문적인 측면에서 그동안 이론적으로 배워오던 SPI 성공요인과 소프트웨어 프로세스 평가모형에 대해 실질적 측면에서 요인을 도출하고, 연구모형을 만들어 국내 환경을 고려한 SPI의 성공요인과 소프트웨어 프로세스 평가모형에 대해 실증적 분석을 실시하여 그 효과를 알아봄으로써 이론적 기반을 다질 수 있다. 또한 실무적인 측면에서 국내 환경을 고려한 SPI 성공요인을 알아내어 향후 SPI 활동에 있어 참고사항이 될 수 있으며, 소프트웨어 프로세스 평가모형에 대한 효과성을 입증하는데 의의가 있다.. 본 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 조직의 성숙도를 설문을 통한 5단계 Likert 방식으로 CMM Level KPA Goal의 달성정도로 평가하였지만 이는

실제 조직의 CMM Level 정도와는 차이가 있을 수 있다. 이것은 조직의 성숙도 정도로 해석될 수 있을 것이다. 국내에는 CMM Level 4, 5 단계에 이른 기업이 많지 않아 조직의 성숙도에 따른 조직성과에 대한 연구부분은 좋은 결과를 얻기 힘들었다. 본 논문에서는 6개의 SPI 성공요인을 문헌으로부터 도출하여 가설검증을 하였지만 더 많은 문헌을 참고하여 보다 다양한 SPI 성공요인을 도출해 낼 필요가 있다. 추후의 연구에서는 위와 같은 한계점을 극복하고, 본 연구에서 부족하였던 부분을 보완하여 본 연구에서 파악된 영향요인 외에도 다양하고 구체적인 독립변수들을 찾아내고, 관계를 밝힘으로써 보다 의미 있는 연구를 진행 할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 양병화, “다변량 자료 분석의 이해와 활용”, 학지사, 2000
- [2] 조현철, “LISREL에 의한 구조방정식 모델”, 도서출판 석정, 1999
- [3] 손달호(2001), “TAM 이론에서 심리학적 요인들의 역할”, 한국경영과학회지, 제26권 1호
- [4] Baddoo, N, Hall, T.(2002) "Motivators of Software Process Improvement: an Analysis of Practitioner's Views", The Journal of Systems and Software, Vol.62, pp.85-96
- [5] Bentler, P.M. and Bonett, D.G. (1980), "Significance Tests and Goodness of Fit in the Analysis of Covariance Structures," *Psychological Bulletin*, 88, 588-606
- [6] Browne, M. W. and Cudeck, R(1993), "Alternative Ways of Assessing Model Fit," in Testing Structural Equation Models, eds. K. A. Bollen and S. Long, Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- [7] [Butler95] Butler, K. L., "The Economic Benefits of Software Process Improvement," July 1995.
- [8] Dyba, T.(2000) "An Instrument for Measuring the Key Factors of Success in Software Process Improvement", *Empirical Software Engineering*, Vol.5, pp.357-390
- [9] El Emam, K., Birk, A.(2000) "Validating the ISO/IRC 15504 measures of software development process capability", The Journal of Systems and Software, Vol.51, pp. 119-149
- [10] Goldenson, D.R., Herbsleb, J.D.(1995) " After the appraisal: a systematic survey of process improvement, its benefits and factors that influence success" CMU/SEI-95-TR-009, Software Engineering Institute
- [11] Haley, Thomas J. "Software Process Improvement at Raytheon," *IEEE Software*, vol. 13, no. 6(November 1996)
- [12] Hammer. M., 1990 “Reengineering Work : Don’t Automatic Obliterate”, *Harvard Business Review*, July-August, pp.427~435

- [13] Humphrey, W., Snyder, T., Willis, R.(1991) "Software Process Improvement at Hughes Aircraft", IEEE Software, vol.8, pp.11-23
- [14] Harris, M and Schauborek, J. (1990), "Confirmatory Modeling in Organizational Behavior/Human Resource Management: Issues and Application", *Journal of Management*, Vol. 16, No.2
- [15] ISO/IEC (1998), ISO/IEC TR 15504 Software Process Assessment
- [16] Kellner, M., 1994. May, "Reengineering business process and software", Proceeding of the Software Engineering Techniques Workshop on Software Reengineering, Pittsburgh: SEI.
- [17] Krasner, H., (1999) "The Payoff for Software Process Improvement: What It Is and How to Get It," Elements of Software Process Assessment & Improvement, IEEE Computer Society Press
- [18] Krishnan, M.S., Kellner, M.I. (1999) "Measuring Process Consistency: Implications for Reducing Software Defects", IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 25, pp. 800-815
- [19] Paulk, M., Weber, C., Curtis, B., Chrissis, M.(1994), *The Capability Maturity Model: Guideline for Improving the Software Process*, Addison Wesley
- [20] Rainer, A., Hall, T.(2002), " Key Success Factors for Implementing Software Process Improvement: a Maturity based Analysis", the Journal of Systems and Software, Vol.62, pp.71-84
- [21] Stelzer, D., Mellis, W.(1998), "Success Factors of Organizational Change in Software Process Improvement" *Software Process Improvement and Practice*, Vol.4, pp.227-250
- [22] Schumnacker R.E. and Lomax R.G. (1996), "A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling"