

요구사항 불확실성과 표준화가 소프트웨어 프로젝트 성과에 미치는 영향 : 한국과 미국의 비교연구

나 관 식*

The Impacts of Requirement Uncertainty and Standardization on Software Project Performance : A Comparison of Korea and USA

Kwan-Sik Na

Abstract

Most software projects inevitably involve various types and degrees of uncertainty. Without proper risk assessment and coordination, software projects can easily run out of control and consume significant additional resource. Thus, risk management techniques are critical issues to information system researchers. Previous empirical studies of U.S. software firms support the adoption of development standardization and user requirement analysis techniques in risk-based software project management. Using data collected from software projects developed in Korea during 1999-2000, we conduct a comparative study to determine how risk management strategies impact software product and process performance in countries with dissimilar IT capabilities. In addition, we offer an alternative conceptualization of residual performance risk. We show that the use of residual performance risk as an intervening variable is inappropriate in IT developing countries like Korea where the role of late stage risk control remedies are critical. A revised model is proposed that generates more reliable empirical implications for Korean software projects.

Keywords : Software project performance, Requirement uncertainty, Software development standards, Project uncertainty, CMM

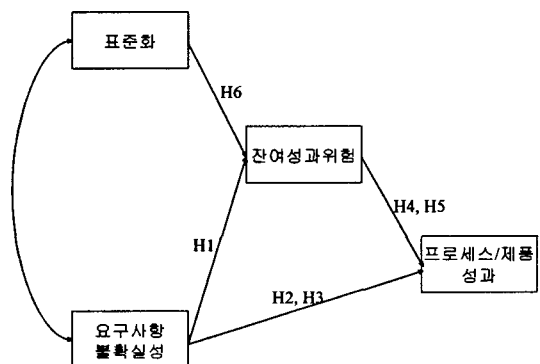
1. 서론

모든 소프트웨어 개발 프로젝트는 다양한 형태의 불확실성을 수반하고 있기 때문에, 적절한 위험 평가와 통제가 이루어지지 않으면, 비용과 시간의 심각한 초과현상을 초래하게 된다. 미국 덴버 국제공항의 화물처리시스템이 그 좋은 예인데, 이 시스템의 개발지연으로 공항 개항이 16개월간 연기 되었고, 예산도 약 20억 달러나 초과 되었다[Montealegre and Keil, 2000].

특히, 소프트웨어 개발은 많은 전문가들이 하나의 프로젝트를 위해서 일하는 전형적인 협업 체제이기 때문에, 매우 복잡하고 예측하기 힘든 작업이어서, 때로는 재해가 될 수도 있다. 정보 시스템 관련 연구결과들에 의하면, 소프트웨어 개발에 있어서 어려움을 느끼게 하는 대부분의 원인이, 부적합한 정보에 기인하는 것으로 나타나고 있으며[Zmud, 1980], 이러한 소프트웨어 개발의 불확실성은 높은 소프트웨어 개발실패율과, 50%를 넘는 개발비용 초과라는 결과를 초래하고 있다[Gibbs, 1994]. 사실 소프트웨어의 납기지연은 이제 산업의 관행처럼 일반화되고 있는 실정이다[Genuchten, 1991; Glass, 1997]. 불확실성으로 인하여 발생하는 이러한 현상들은, 원활하지 못한 의사소통이나 잘못된 정보, 갈등 등의 복합적인 요소에 기인하기도 한다. Keil and Robey [2001], Smith et al. [2001], Zhang et al. [2002] 등은 소프트웨어 프로젝트의 납기지연이나 예산초과 등에 대해 심도 깊은 연구결과를 제공해 주고 있다.

이러한 소프트웨어 개발 위험의 부정적인 영향을 최소화하기 위한 관리기법들이, 많은 연구자들에 의해서 개발 되어오고 있다[Boehm, 1991; Fairley, 1994; Chittister and Haines, 1994, 1996]. 예를 들면 개발표준화와 사용자 요구분석은 가장 많이 연구되고 있는 중요한 위험

관리 기법으로 인식되고 있으며, 특히 요구분석의 불확실성 관리가 프로젝트성파에 막대한 영향을 미친다는 것은 널리 알려져 있는 사실이다. 각 개발 단계별 결과물(output)의 수준과 표준화 또한, 프로젝트성파에 영향을 미치는 중요한 요소로 인식되고 있다. 이들 요구사항 불확실성과 표준화에 대한 기법들은 이제 소프트웨어공학 분야의 필수적인 요소로 자리 잡게 되었다[Ropponen, 1999]. 하지만 이러한 중요성에도 불구하고, 산업현장에서 요구사항 불확실성과 표준화가 소프트웨어 개발 프로젝트성파에 미치는 영향을 실증적으로 검증한 연구결과는 찾아 볼 수 없었는데, 1996년에 발표된 Nidumolu [1996b]의 연구결과는 이러한 의미에서 주목을 받기에 충분했다. Nidumolu[1996b]는 이들 두 가지 소프트웨어 위험관리 기법이, 잔여성과위험이라는 매개변수를 통해서 소프트웨어 개발의 프로세스 및 제품 성과(process and product performance)에 미치는 영향에 관한 모형을 실증적으로 검증하였다.



(그림 1) Nidumolu의 연구모형

위의 (그림 1)에서와 같이, Nidumolu는 표준화와 요구사항불확실성이, 잔여성과위험(residual performance risk)이라는 매개변수를 통해서, 프로세스와 제품성파에 영향을 미친다는 모형

을 제안하였다. 여기서 잔여성과위험이란, 소프트웨어 개발 프로젝트의 후기 단계에서 존재하는 성과위험을 반영하는 변수이다. 이 모형에 의하면, 요구사항불확실성은 잔여성과위험을 증가 시키고(H1), 반대로 소프트웨어 개발 표준화는 잔여성과위험을 감소시키며(H6), 나아가서 잔여성과위험은 프로세스와 제품성과에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 가설을 설정 하였다(H4, H5). 또한 요구사항 불확실성은 프로세스와 제품성과에 직접적으로 부의 영향을 미치는 것으로 제안하였다(H2, H3). 미국 소프트웨어 개발회사의 64개 프로젝트들로부터 얻은 데이터로 분석한 결과에 의하면, 요구사항불확실성과 제품성과 간의 부의 관계에 관한 가설(H3)을 제외하고는, 이 Nidumolu의 모형과 가설들이 모두 지지되는 것으로 나타났다. Nidumolu의 결론은, 미국 소프트웨어 기업들에 있어서, 표준화와 요구사항 불확실성이 프로세스와 제품성과에 미치는 영향을, 잔여성과위험이 조절한다는 것이다.

하지만 Keil[2000] 등은, 소프트웨어 위험 요소들이 국가나 문화에 따라서 다른 결과를 보이기도 한다고 주장하여서, 국가간에 적합한 모형이 상이할 수 있음을 시사하였다. 또한, SEI (Software Engineering Institute)에서 개발된 CMM(Capability Maturity Model)은, 소프트웨어 개발조직이 소프트웨어 공학과 관리기술 수준의 성숙도에 따라서 분류될 수 있다고 제안하였다. 이러한 관점에서 본 연구의 기본 방향은, CMM의 성숙도 분류상 미국보다 대체로 낮은 단계에 머물고 있는 한국 기업들에 있어서, Nidumolu의 모형이 받아들여질 수 있는지를 검증하고자 하는 것이다. 이 연구를 통해서, 위험관리 전략이 소프트웨어 개발프로세스와 제품성과에, 국가에 따라서 어떻게 다른 영향을 미

치는지에 대한 이해를 높일 수 있으며, 나아가서 관련이론 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

따라서 본 논문의 첫 번째 연구목적은, Nidumolu의 모형을 한국 기업 환경에서 재검정하는 것이다. 이를 위해서 각 변수와 가설들을 정의하고, 자료수집 방법과 분석 기법에 대해서 기술하며, 통계적 분석 결과를 제시하고자 한다. 두 번째 연구목적은, 한국의 기업 환경에 적합한 모형을 도출하고, 연구결과의 시준점에 대해서 논의하고자 한다.

2. 표본과 측정도구

본 연구에서 사용된 데이터는, 한국의 대표적인 3개 소프트웨어 개발회사에서 최근에 완료된 123개의 프로젝트를 대상으로 수집되었으며, 각 회사별 소프트웨어 품질담당 부서의 협조에 힘입어, 대상 프로젝트 전체에 대한 양질의 데이터를 얻을 수 있었다. 조사는 1999년과 2000년 사이에 이루어 졌고, 우편을 통한 설문지 배부와 전화면접을 병행하였다. 조사대상 프로젝트에 대한 요약 정보는 <표 1>에 제시되어 있으며, 양 국가간의 비교를 위하여 미국의 자료도 함께 제시하였다.

여기서 한국 데이터의 평균 프로젝트 금액은 미국보다 4배 이상 많은 반면에, 평균 투입인력은 1/3이하로 현저하게 적은 것으로 나타났다. 하지만 괄호 속에 제시된 중앙값(median)을 보면 미국의 자료와 크게 차이가 나지 않고 있는데, 이는 한국 자료의 경우 소수의 대형 국책 프로젝트가 포함된 것이 그 원인이다. 따라서 모형을 비교하는데 있어서 이들 양국의 연구 자료는 외형적으로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

〈표 1〉 프로젝트 특성

프로젝트 특성	평균 (중앙값)	표준 편차	최소 값	최대값
프로젝트 금액	한국(백만원)	6,687 (1,000)	14,655	5 54,000
	미국(천불)	1,309	2057	20 8600
투입 인력 (man month)	한국	36 (105)	46	2 200
	미국	122.3	230.6	2 1100
수행 기간 (개월)	한국	21 (14)	19	2 120
	미국	16	11.9	1 51

본 연구에서 사용된 5가지의 이론적인 변수들에 대해서는 Nidumolu[1996b]의 논문에서 정의되어 있다. 이들 중, 두 가지의 종속변수는 프로세스와 제품성능(process and product performance)이며, 프로세스성능은 소프트웨어 개발 프로세스에 관한 것으로서 ① 소프트웨어 개발 도중에 얻어지는 학습효과, ② 프로젝트 관리 정도, ③ 정보 시스템 부서와 사용자간의 의사소통 품질 등으로 구성되어 있다. 제품성능은 최종 완성품의 성과에 관한 것으로 ① 소프트웨어의 기술적인 성과, ② 사용자의 요구사항에 대한 부합정도, ③ 소프트웨어가 새로운 제품이나 사용자의 요구사항 변화에 대응할 수 있는 유연성 등의 항목들로 구성되어 있다.

다음으로, 독립 변수는 요구사항 불확실성과 표준화이다. 요구사항 불확실성은 사용자의 요구사항을 식별하기 위해서 필요한 정보와, 개발자가 실제로 가지고 있는 정보사이의 차이에 대한 것으로, 다음과 같은 3가지 차원으로 구성된다. ① 소프트웨어 개발 생명주기 동안에 발생하는 요구사항의 변화정도, ② 사용자들 사이의 요구사항 이질성, ③ 사용자가 원하는 사항을 제품 요구사항으로 변환시키는 과정을, 객관적인 절차로 간소화할 수 있는 정도.

표준화는, 결과물통제 표준화(output control

standardization)와 행위통제 표준화(behavior control standardization)를 모두 고려하고자 한다. 결과물 통제는 관리자가 사전에 설정해 놓은 각 단계별 이정표와 개발팀의 결과물을 기준으로 이루어지며, 행위 통제는 소프트웨어 개발을 위해서 관리자가 사전에 설정해 놓은 도구(tools)와 기법(techniques) 들을 기준으로 이루어진다.

〈표 2〉 한국과 미국 데이터의 측정도구 분석

결합 변수	하위 변수	측정항목		크론바하		평균		표준편차	
		개수	알파 값	미국	한국	미국	한국	미국	한국
(간여 성과 위험)	간여성	5	5	.81	.82	2.4	3.1	.85	.76
	과위험								
표준화	결과물 통제표준	4	3	.73	.83	3.4	3.7	.74	.80
	행위 통제표준	8	5	.82	.82	3.2	3.2	.77	.72
요구사항 불확실성	요구사항 불안정성	2	2	.85	.65	3.0	3.6	1.3	.63
	요구사항 다양성	3	3	.87	.71	2.7	2.6	1.3	.81
	요구사항 분석 가능성	4	4	.79	.84	2.7	2.6	.88	.80
프로세스 성과	학습	3	3	.76	.73	3.6	3.7	.81	1.4
	프로세스 통제	2	3	.85	.84	3.1	3.3	1.2	.7
	사용자-정보시스템 상호작용	3	3	.78	.75	3.6	3.2	.88	.68
제품성능	운영 효율성	3	3	.71	.77	3.8	3.5	.73	.57
	부합성	2	3	.65	.71	3.5	3.3	.84	.58
	유연성	2	4	.86	.78	3.5	3.0	.99	.55

매개변수인 잔여성과위험은 프로젝트 계획수립과 요구사항 분석이 완료된 후, 프로젝트의 후기 단계에서 평가된다. 즉, 이는 소프트웨어 개발의 후기 단계에서, 성과를 예측하는데 있어서의 어려움을 의미한다.

이들 다섯 가지 연구변수들에 대해서, 한국의 기업들을 대상으로 조사한 측정 모형이 다음 <표 2>에 제시되어 있으며, 미국에서의 연구결과와 매우 유사하다. 예를 들어서 한국기업들을 대상으로 한 본 연구의 신뢰도(reliability)는 .65에서 .84이고, 미국기업들을 대상으로 한 연구 결과는 .65에서 .86이다. 이 값은, 두 연구 모두 내적 일관성 유지에 대해서는 일반적으로 받아들여질 만한 수준이며, 요인분석 또한 두 연구가 비슷한 결과를 보이고 있다. 결합 변수(composite variable) 생성을 위해서도 미국 기업들을 대상으로 한 Nidumolu의 연구와 동일한 절차를 따르고자 한다. 이 결합변수는 각 변수마다 적합한 하위 개념들에 의해 생성되는데, 구체적으로 각 하위개념에 주성분분석을 통해 얻은 요인적재 값을 가중치로 부여한 일차방정식으로 산출한다.

이 <표 2>에서 한국과 미국의 측정항목 개수가 다소 차이가 나는 이유는, 동일한 측정 도구를 사용하였기 때문에 초기의 측정 항목 수는 같았으나, 미국과 한국의 연구 모두 요인분석(factor analysis)을 통해서 해당 요인에 적재되지 않은 측정항목은 제외했기 때문이다. 구체적으로 살펴보면 표준화의 '결과물 통제표준'은 '승인 절차를 계획대로 실행'항목이 제외되었으며, '행위 통제표준'은 '프로젝트 관리를 위한 표준화된 도구와 기술이용', '시스템 설계를 위한 표준화된 도구와 기술이용', '데이터 관리를 위한 표준화된 도구와 기술이용'등의 세 가지 항목이 제외되었다. 프로세스 성과의 '프로세스 통제'에서는 '프로젝트에 대한 전반적인 통제'항목

이 추가되었으며, 제품성과의 '부합성'에서는 '사용자의 사용편의성'이, '유연성'에서는 '소프트웨어의 전반적인 장기 유연성'과 '소프트웨어 유지보수비용'항목이 추가되었다. 이러한 현상은 전반적으로 두 국가간의 기술수준과 기업문화의 차이에 기인한 것으로 추정되나, 차이 나는 항목들은 연구변수를 측정하는 여러 가지 측정항목 중 일부이므로, 향후의 연구진행에 있어서 별다른 영향을 미치지 않는다.

3. 가설과 검정결과

연구목적에서 기술한 바와 같이, 본 연구에서는 먼저, Nidumolu[1996b]의 미국 소프트웨어 업체들을 대상으로 한 연구에서와 동일한 가설들을 한국 기업들을 대상으로 검정 하고자 하며, 구체적으로는 다음과 같다.

H1: 요구사항 불확실성이 증가함에 따라 잔여성과위험이 증가한다.

H2: 요구사항 불확실성이 증가함에 따라 소프트웨어개발 프로세스성과가 감소한다.

H3: 요구사항 불확실성이 증가함에 따라 소프트웨어 제품성과가 감소한다.

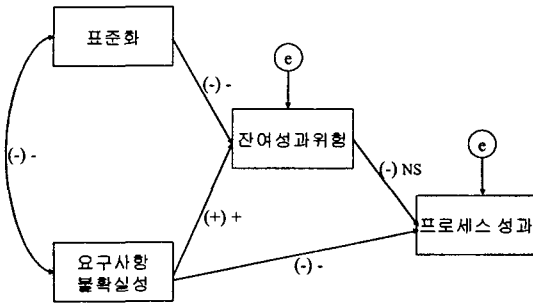
H4: 잔여성과 위험이 증가함에 따라 소프트웨어개발 프로세스성과가 감소한다.

H5: 잔여성과위험이 증가함에 따라 소프트웨어 제품성과가 감소한다.

H6: 표준화가 증가함에 따라 잔여성과위험이 감소한다.

위의 가설들을 검정하기 위해서 구조방정식 모형(structural equation model)을 이용하고자 하며, 통계 패키지 AMOS 4.0을 통해서 실증적으로 분석하고자 한다. 양 국가간의 연구결과비교가 용이하도록 (그림 2), (그림 3)에 결과를 요약하였고, 각 경로의 구체적인 계수 값과 유

의도는 <표 3>과 <표 4>에 제시되어 있다.

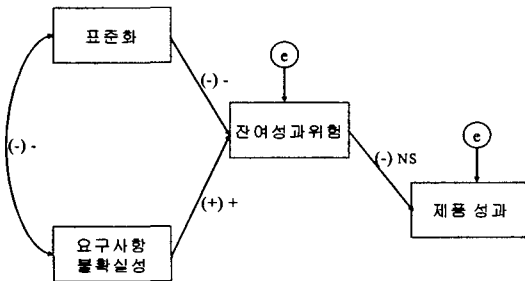


() 미국결과(Nidumolu 1996b) χ^2 의 유의수준 = (0.96) 0.000
NFI = (0.990) 0.990

(그림 2) 프로세스성과 모형 비교

<표 3> 프로세스성과 모형의 계수 및 유의도

경로	미국		한국	
	계수	유의도	계수	유의도
표준화 → 잔여성과위험	-0.28	(< .05)	-0.135	0.028
요구사항 불확실성 → 잔여성과위험	0.21	(< .01)	0.260	0.009
요구사항 불확실성 → 프로세스성과	-0.31	(< .01)	-0.447	0.010
잔여성과위험 → 프로세스성과	-0.61	(< .01)	-0.168	0.301



() 미국결과(Nidumolu 1996b) χ^2 의 유의수준 = (0.27) 0.001
NFI = (0.92) 0.989

(그림 3) 제품성과 모형 비교

<표 4> 제품성과 모형의 계수 및 유의도

경로	미국		한국	
	계수	유의도	계수	유의도
표준화 → 잔여성과위험	-0.20	(< .05)	-0.134	0.029
요구사항 불확실성 → 잔여성과위험	0.21	(< .01)	0.261	0.009
잔여성과위험 → 제품성과	-0.41	(< .05)	-0.113	0.386

한국과 미국의 기업들에 대한 연구결과를 비교하기 위해서, 미국기업의 결과[Nidumolu, 1996b]를 괄호 안에 제시하였다. 이 그림에서 + 표시는 해당 경로의 계수가 양의 유의한 값 ($p < 0.05$)을 보이고 있다는 것을 의미한다. 반대로 - 표시는 해당 경로의 계수가 음의 유의한 값 ($p < 0.05$)을 보이고 있다는 것을 의미하며, NS는 해당 경로가 유의하지 않다(non significant)는 것을 나타낸다. 각 경로의 구체적인 계수와 유의도는 <표 3>과 <표 4>에 제시되어 있으며, 미국의 연구결과에는 확률값(p-value)이 제시되어있지 않아서 유의수준으로 표현하였다.

미국 기업을 대상으로 한 Nidumolu의 연구에서는, H3을 제외한 모든 결과가 가설에서 설정한 것과 같았지만, 한국 기업을 대상으로 한 연구에서는 잔여성과위험과 두 가지의 성과변수 간에는 유의한 관계가 없는 것으로 나타났다. 즉, 미국기업을 대상으로 한 연구에서와 마찬가지로 H1, H2, H3, H6는 결과가 일치하였다. 먼저 요구사항 불확실성은 한국과 미국의 기업 모두 정의 방향으로 잔여성과위험과 유의한 관계가 있었으며(H1), 또한 소프트웨어개발 프로세스 성과에는 유의한 영향을(H2), 제품 성과에는 유의하지 않은 영향(H3)을 미치는 것으로 나타났다. 표준화는 한국과 미국 모두 잔여성과위험에 부의 유의한 관계가 있는 것으로 검정되었다(H6). 하지만 미국 기업을 대상으로 한 연구에서는, 잔여성과위험이 소프트웨어 프로세스

(H4)와 제품성과(H5)에 부의 영향을 미치는 것으로 검정 되었으나, 한국 기업을 대상으로 한 연구에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

미국 기업을 대상으로 한 Nidumolu 모형의 적합도(overall model fit)는 매우 높았다. NFI (Normed Fit Index)는 최소 권장 값인 .9를 훨씬 넘었고, 두 모형에 대한 카이 스퀘어(chi-square) 값의 유의성도 임계치인 0.05보다 큰 것으로 나타났다. 한국 기업을 대상으로 한 연구에서도 이와 같은 모형 적합도를 검정한 결과, 위의 그림에서 제시된 바와 같이 Nidumolu의 연구결과와는 달리 개선할 여지가 많은 모형인 것으로 나타났다. 따라서 미국 기업을 대상으로 도출된 연구모형은 한국 기업에 대해서는 설명력이 크게 떨어지므로, 모형의 수정이 요구된다.

4. 수정 모형

(그림 2)와 (그림 3)에서 제시된 바와 같이, 한국 기업을 대상으로 한 연구에서 잔여성과위험과 두 가지 소프트웨어 개발성과(소프트웨어 개발 프로세스성과와 제품성과) 간에는 유의한 관계가 없는 것으로 나타났다. 이에 대한 가능한 설명은, 한국 소프트웨어 업체들에 있어서 잔여성과위험의 영향이 적다는 것이다. 잔여성과위험의 개념은, 소프트웨어 위험 평가가 성공적인 위험관리를 위해서 사전에 수행해야 할 필수적인 요소라는 사실에 기초하고 있다 [Haines, 1998]. 일반적으로 소프트웨어 프로젝트에 대한 종합적인 사후 위험측정은, 관련 있는 모든 위험 요인들을 대상으로 이루어져야만 한다. 비록 많은 연구들이 이러한 위험 요소들을 찾아내고자 노력하였지만, 모든 연구자들이 동의 할만한 연구결과는 아직 없었다[Barki, Rivard and Talbot, 1993; Moymhan, 1997;

Jiang and Klein, 2000; Schmidt et al., 2001]. 이러한 합리적인 위험 요소 리스트를 만드는데 있어서 가장 큰 문제점은, 프로젝트 관리자와 사용자들이 위험 요인에 대해서 각기 다른 인식을 가지고 있다는 것이다[Keil, Tiwanna and Bush, 2002].

이러한 전통적인 위험관리 접근법의 한계점 때문에, Meyer등은 프로젝트의 불확실성을 제거하기 위해서 보다 발전된 기법들을 개발하게 되었다[Meyer, Loch and Pitch, 2002]. 특히 이들은, 혁신적인 프로젝트들이 전통적인 위험관리 기법으로 통제할 수 있는 예측 가능 불확실성이외에도, 예측 불가능한 불확실성과 카오스(chaos)를 가지고 있다고 주장 하였다. 이러한 연구자들의 관점에 입각해서, 본 연구에서는 잔여성과위험을 다음과 같이 두 가지 부분으로 분해 하고자 한다.

잔여성과위험 = 잔여통제가능위험 + 잔여통제불가능위험

잔여통제가능위험은 프로젝트의 후기 단계에서 계속적으로 존재하지만, 다양한 방법으로 통제 가능한 위험이다. 잔여통제불가능위험은 예측할 수 없거나, 예측은 가능하더라도 통제를 할 수 없는 위험이다. 이러한 분해 공식을 기초로 해서, 한국 기업들의 잔여성과위험이 미국 기업들 보다 더 클 것이라고 가정할 수 있다. 그 이유는 먼저, 많은 연구 결과[문대원 외, 1998; 나관식, 1999]들에서 나타난 바와 같이, 한국의 소프트웨어 개발 업체들은 전반적으로 미국 기업들에 비해 기술 수준이 현저히 낮은 것으로 알려져 있다. 이들 연구결과에 의하면 조사시점 기준으로 대부분의 우리나라 업체들이 CMM (Capability Maturity Model)의 1 또는 2단계에 속해 있는 것으로 보고하고 있다. 또한 SEI의 소프트웨어업체 성숙도 분석 자료에 의하면 [SEI, 2002], 2001년도에 미국은 1500여개 업체

가 SEI의 소프트웨어 능력평가에 참여한데 반해서, 한국 업체는 10개 미만인 것으로 나타났다. 사실 미국의 대다수 업체들이 CMM이 처음 소개되던 1990년대 초반부터 능력평가에 참여하여 3단계 이상의 평가를 받아오고 있지만, 우리나라의 경우 1998년까지만 해도 단 하나의 기업도 평가에 참여하지 않았었다[SEI, 1998]. 이러한 사실들을 종합해 보면, 조사시점의 우리나라 소프트웨어 업체들은 CMM 분류상 미국보다 현저하게 낮은 1또는 2단계에 속한다고 볼 수 있으며, 이들 조직의 소프트웨어 개발 성과는 관리자의 경험등과 같은, 표준화 되지 않은 요인에 크게 의존하게 된다[Paulk, 2001; Paulk et. Al., 1995]. 이렇게 되면 결국 우리나라 기업들의 잔여통제가능위험이 미국의 기업들보다 상대적으로 커질 가능성이 높다.

다음으로, 데이터가 1999년과 2000년 사이에 수집 되었는데, 이 때는 세계에 유례가 없는 인터넷 붐을 타고 정보시스템 개발이 클라이언트-서버환경에서 인터넷기반으로의 대대적인 전환이 이루어지던 시기로, 대부분의 프로젝트들이 인터넷과 관련되어 있고, 또한 급격한 변화가 일어난 것으로 알려져 있다. Meyer, Loch, Pich[2002] 등은, 혁신적인 프로젝트나 변화가 심한 환경 하에서 수행된 프로젝트들은, 예측 불가능한 불확실성을 보다 크게 경험하는 경향이 있다는 연구결과를 발표하였다. 특히, 표준화도 완료되지 않았고 기술 혁신이 급속하게 이루어지고 있는 인터넷을, 기존의 소프트웨어 기술과 통합하는 과정에서 발생하는 불확실성은 더욱 커지게 되며, 이에 따라 잔여통제불가능위험도 증가하게 된다.

위와 같은 두 가지 이유 때문에 한국기업의 총 잔여성과위험이 상대적으로 미국보다 클 것이라는 추론이 가능해진다. 따라서 본 연구에서는 다음 가설7을 추가로 설정하고자 한다.

H7: 한국 소프트웨어 프로젝트들의 잔여성과위험 평균치는 미국보다 클 것이다.

편측 t 검정을 이용하여 한국 기업의 평균치(3.10)와 미국 기업의 평균치(2.35)를 검정한 결과, H7이 강하게 지지되는 결과($t=5.92, p<0.001$)를 얻었다. 따라서 한국 소프트웨어 프로젝트의 잔여성과위험은 미국보다 월등하게 크다고 말할 수 있다.

만약, 소프트웨어 개발의 후기단계에서 위험을 통제할 만한 대책이 있다면, 잔여성과위험은 프로젝트 성과에 직접적으로 영향을 미치지 않을 것이다. 예를 들어서 프로젝트 관리자의 경험이, 프로젝트 관리 도구의 미흡한 점을 보상할 수 있다[Henderson and Lee, 1992; Moymhan, 1997]. 나아가서 프로젝트의 전체적인 조정도 프로젝트 개발 성과를 개선시킬 수 있다[Andres and Zmud, 2002; Nidumolu, 1996a]. Nidumolu[1006b]는 미국 기업들을 대상으로 한 그의 연구에서, 개발후기 단계에서의 이러한 조정이나 관리자의 경험 등과 같은 대책들을 고려하지 않았다. 따라서 한국 기업을 대상으로 한 본 연구에서 Nidumolu[1996b]가 제시한 모형의 적합도가 낮은 것은, 이러한 후기 단계에서 잔여성과위험을 감소시키고자 하는 노력들에 기인 한 것이라고 해석하는 것이 합리적일 것이다. 그러므로 소프트웨어 개발 후기 단계에서 영향을 미칠 수 있는 변수들의 통제 없이, 잔여성과위험 변수의 역할을 검정하는 것은 문제가 될 수도 있다. 나아가서 Kitchenham과 Linkman[1997]은, 불확실성의 예측은 대부분의 소프트웨어 프로젝트들에 있어서 일반적으로 부정확한 경향이 있다는 사실을 발견했다. 잔여성과위험과 두 가지 프로젝트 성과변수 간의 유의하지 않은 관계에 대한, 이들 관련 연구 결과들을 토대로 대안적인 모형을 제시 하고자 한다. 즉, 표준화와 요구사항의 불확

실성이, 이들 두 가지 소프트웨어 프로젝트 성과에 직접적으로 영향을 미친다는, 수정 모형을 본 연구에서 제안 하고자 한다.

앞에서 논의한 관련연구 결과들과, 미국과 한국 기업을 대상으로 한 두 연구에서 명확하게 검증된 결과들을 종합적으로 고려하여, 원래의 모형에서 잔여성과위험 변수를 제거 하였다. 또한 두 가지 성과변수에 의해 만들어진 두 모형을 하나로 통합하였다. 이는 프로세스성과가 결과적으로 제품성과에 영향을 미친다는, 소프트웨어 생명주기 모형[ISO/IEC, 1995]의 흐름에 바탕을 두고 있다. 요구사항 불확실성의 경우, 제품성과에는 유의한 영향을 미칠 수 있기 때문에 그 영향을 측정하고자 고려하였지만, 프로세스성과에는 정과 부, 양측 모두에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 본 연구에서는 고려하지 않고자 한다. 예를 들어서 높은 요구사항 불확실성은 일정 지연이나 예산 초과지출 등의 형태로 프로세스성과에 부의 영향을 미치는 동시에, 이를 통해서 사용자와 개발자 간의 의사소통을 촉진하고 학습의 기회를 증대시킴으로써, 프로세스성과에 정의 영향을 미칠 수가 있다. 이러한 논의의 결과를 기초로 하여 다음과 같은 가설들이 도출 되었다.

H8: 표준화가 증가함에 따라 소프트웨어 프로세스성과가 증가한다.

H9: 표준화가 증가함에 따라 소프트웨어 제품성과가 증가한다.

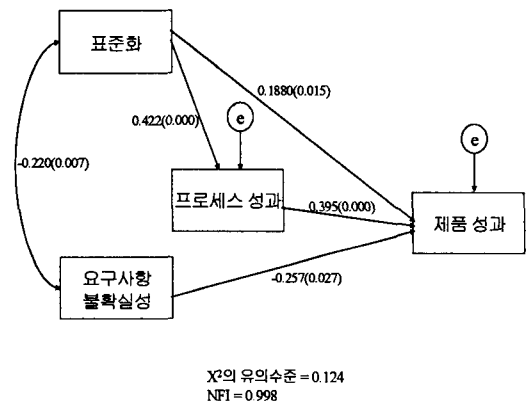
H10: 요구사항 불확실성이 증가함에 따라 소프트웨어 제품성과가 감소한다.

H11: 소프트웨어 프로세스성과가 증가함에 따라 소프트웨어 제품성과가 증가한다.

5. 수정 모형의 검정

수정 모형에 대한 X2 검증이 유의하지 않은

것으로 보아(p-value=0.124), 예측된 공분산 매트릭스가 표본의 공분산 매트릭스와 다르지 않다는 것을 알 수 있다. 나아가서 NFI(Normed Fit Index) 값도 0.998로 일반적인 최소권장 기준 .90을 넘었고, 추가적인 모형 적합도 값들도, 본 모형이 데이터를 잘 표현하고 있다는 것을 보여주고 있다. 이러한 분석 결과치들을 종합적으로 고려해 보면, 이 수정 모형이 원래의 모형보다 더 우수하다는 결론을 얻을 수 있다.



(그림 4) 수정모형의 검정 결과

(그림 4)에서 제시된 계수 값들은, 본 수정 모형에서 사용된 변수들의 관계를 잘 나타내 주고 있으며, 각 계수의 유의도는 괄호 안에 제시되어 있다. 이 검정 결과는 H8, H9, H10, H11을 모두 강하게 지지하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 표준화가 증가할수록 소프트웨어 개발 프로세스와 제품의 성과가 높아진다. 또한 요구사항 불확실성의 증가는 제품성과를 감소시키며, 프로세스성과가 증가함에 따라 제품성과도 증가하는 것으로 나타났다. 이들 결과는, 미국과 같은 선진국과는 달리, 한국과 같은 정보통신 개발도상국가에서는 본 연구에서 제시된 수정 모형이 보다 더 적합하다는 것을 보여주고 있다.

여기서 우리나라기업들의 경우 전반적으로 낮은 프로세스관리능력 때문에 잔여통제가능위

험이 미국의 기업들보다 증가하였으며, 이에 따라 상대적으로 높아진 잔여성과위험이 프로젝트관리자의 개인적인 능력과 같은, 비체계적인 도구에 의해서 통제되는 현상을 보이기 때문에, 결과적으로 매개변수인 잔여통제위험이 종속변수인 프로젝트 성과에 체계적인 영향을 미치지 못하여서 모형에서 제거되었다.

6. 결론

대부분의 소프트웨어 개발 프로젝트들은 다양한 형태의 불확실성에 직면하게 되는데, 이를 해결하기 위해서 많은 연구자들이 위험 분석과 통제를 위한 다양한 위험관리 기법들을 제시해 오고 있다. 이러한 활동들 중, 미국의 소프트웨어 업체들을 대상으로 한 Nidumolu의 연구에서는, 개발 표준화와 요구사항 분석이 프로젝트 성과에 영향을 미치는 개발후기단계의 위험을 감소시켜 줌으로써 결과적으로 개발 성과를 향상시킨다는, 의미 있는 결과가 발표되었다 [Nidumolu, 1996b]. 이 결과는 이론적인 측면뿐만 아니라 실무적으로도 널리 받아들여지고 있는데, 문제는 우리나라와 같이 정보 기술 수준이 선진국보다 낮은 정보통신 개발도상국가들에서의 적용 가능성이다.

이러한 관점에서, 본 연구는 정보기술 수준이 위험관리기법과 위험, 프로젝트 성과 등의 관계에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 해답을 얻기 위해서 수행되었다. 이를 위해서 한국에서 수집된 자료를 구조방정식 모형(structural equation model)을 사용하여, 미국의 연구결과와 비교분석 하였다. 동일한 기법을 적용하여 분석한 결과, 미국의 기업들을 대상으로 검증된 모형은 한국의 데이터에서는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 나아가서, 잔여성과위험의 평균값과 프로젝트 성과에 미치는 영향은 양국이 서로 상이

한 결과를 보였다. 본 논문에서는 이러한 연구 결과를 토대로, 이 같은 결과가 정보기술 능력의 차이에서 기인한 것이라고 추론 하였다. 즉, 미국의 기업들과 비교해 볼 때, 한국 기업들의 소프트웨어 개발프로젝트에 대한 위험관리 수준은 아직 미흡한 것으로 알려져 있기 때문에, 한국의 기업 환경에서는 중요한 변수로 인식되어야 할 프로젝트 관리자의 경험과 같은, 기타의 위험통제 수단들을 고려하지 않은 것이, 이러한 양 국가의 연구결과 차이를 가져온 원인으로 볼 수 있다.

본 연구에서 제시된 수정모형은 이 같은 이유 때문에, 잔여성과위험 변수를 제거한 것이다. 이 수정모형은 한국의 데이터로 검증 되었는데, 그 결과를 요약해 보면, 먼저 소프트웨어 개발 표준화는 소프트웨어 개발 프로세스와 제품 성과를 모두 향상 시키는 것으로 나타났다. 또한, 요구사항 불확실성의 감소는 소프트웨어 제품 성과를 개선시키며, 최종적으로 소프트웨어 개발 프로세스성과는 제품성과에 정(+의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 비록 한국 기업들을 위해서 제안된 수정 모형에서는 잔여성과위험 변수가 제거되었지만, Nidumolu의 연구에서도 검증된 바와 같이, 이는 여전히 중요한 변수임에는 틀림이 없다. 본 연구에서 검증된 결과에 의하면, 한국 소프트웨어 프로젝트의 잔여성과위험은 미국보다 더 큰 것으로 나타났다. 이 잔여성과위험을 잔여통제가능위험과 잔여통제불가능위험으로 분해함으로써, 한국과 미국의 이러한 차이에 대한 설명이 가능해진다. 즉, 본 연구에서 사용된 자료의 수집기간은 클라이언트-서버에서 인터넷기반으로 정보시스템 개발환경에 커다란 변화가 일어나서 예측 불가능한 불확실성하에 놓인 시기인데, 이러한 불확실성이 잔여통제불가능위험을 증가시켰을 것이라 추정된다. 또한 한국 소프트웨어 업체의 낮은 위험관리 능

력이 잔여성과위험 중, 통제가능 위험을 증가시켰을 것으로 해석할 수 있다.

이러한 양 국가간의 연구결과 차이로 인해 소프트웨어 개발의 위험관리 또한 상이한 접근이 필요한데, 예를 들면 SEI에서 개발된 CRM[Continuous Risk Management; Dorofee et al., 1996]과 같이 잔여성과위험의 감소에 초점을 맞춘 선진화된 소프트웨어 개발위험관리 기법들을, CMM의 1,2단계에 머물러있는 기업들이 그대로 적용하는 것은, 개발 성과를 높이는 데 크게 도움이 되지 못할 것으로 판단된다. 따라서 아직도 CMM의 1,2단계에 머물러 있는 대다수의 우리나라 기업들은, 표준화와 요구사항 분석과 같은 보다 기본적인 기법들에 충실하고, 보다 많은 노력을 기울여서 CMM의 3단계 이상으로 이행한 이후에, 선진화된 위험관리 기법을 도입하는 전략이 필요할 것이다.

끝으로, 본 연구의 주요 목적은, 미국 기업에 대한 연구 결과를 한국 상황에서 재검정하고 한국 기업들에 적합한 모형을 도출하는 것이므로, 잔여성과위험을 분해하기 위해서 미국 기업들의 데이터를 수집하지는 않았다. 따라서 본 연구를 통해서도 소프트웨어 개발 후기단계에서 얼마나 많은 잔여성과위험이 예측 불가능한지와, 표준화와 요구사항 불확실성이외에 기타의 통제 도구들을 이용해서 얼마나 많은 잔여성과위험이 통제 가능한지에 대해서는 알 수가 없다. 다만, 한국의 소프트웨어 업체들이 끊임없이 위험관리 기법을 발전시키고 있기 때문에, 시간이 지날수록 잔여통제불가능위험이 감소될 것이라고 예상된다. 하지만 소프트웨어 개발은 기술 혁신적이고 빠르게 변화하는 분야이기 때문에, 예측 불가능한 불확실성이나 카오스적인 상황 또한 증가하게 될 것이다. 따라서 앞으로는 이들 통제 가능과 불가능 잔여성과위험을 합리적으로 분류하여 분석하는 연구와, 잔여성과

위험을 대체할 수 있는 매개변수를 찾는 연구들이 이루어지는 것이 바람직할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김 기윤, 나 관식, 양 동구, "요구사항 불확실성, 통제표준화, 상호작용이 소프트웨어 품질에 미치는 영향," 경영정보학연구, 제12권 4호, 2002, pp.101-120
- [2] 문 대원 외 6인 공동연구, 국가 정보화 촉진을 위한 품질정책 연구, '97한국전산원 연구보고서, 한국전산원, 1997
- [3] 나 관식, 소프트웨어 산업의 경쟁력 강화를 위한 품질정책 연구, 정보통신 학술연구과제, 정보통신부, 1999
- [4] Andres, H., Zmud R., "A Contingency Approach to Software Project Coordination," Journal of Management Information Systems, Vol. 18, No. 3, 2002, pp. 41-70.
- [5] Barki, H., Rivard, S., Talbot J., "Toward an assessment of software development risk," Journal of Management Information Systems, Vol. 10, No. 2, 1993, pp. 203-225.
- [6] Boehm, B., "Software Risk Management: Principles and Practices," IEEE Software, Vol. 8, No. 1, 1991, pp. 32-41.
- [7] Chittister, C., Haimes, Y., "System integration via software risk management," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 26, No. 5, 1996, pp. 521-532.
- [8] Dorofee, Audrey J., Walker, Julie A., Alberts, Christopher J., Higuera, Ronald P., Murphy, Richard L., and Williams, Ray C., Continuous Risk Management Guidebook, Pittsburg, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996

- [9] Fairley, R., "Risk management for software projects," *IEEE Software*, Vol. 11, No. 5, 1994, pp. 57-67.
- [10] Genuchten, M., "Why is software late? An empirical study of the reason for delay in software development," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 17, No. 6, 1991, pp. 582-90.
- [11] Gibbs, W., "Software's chronic crisis," *Scientific American*, Vol. 271, No. 3, 1994, pp. 86-95.
- [12] Glass, R., "Software runaways-some surprising findings," *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, Vol. 28, No. 3, 1997, pp. 16-19.
- [13] Haimes, Yacov Y., *Risk Modeling, Assessment and Management*, John Wiley & Sons Inc., 1998
- [14] Henderson, J., Lee S., "Managing I/S design teams: a control theories perspective," *Management Science*, Vol. 38, No. 6, 1992, pp. 757-77.
- [15] ISO/IEC, *ISO/IEC 12207 Information Technology - Software - Part 1 : Software Life Cycle Processes*, First edition, 1995
- [16] Jiang, J. G. Klein, "Software Development Risks to Project Effectiveness," *The Journal of Systems and Software*, Vol. 52, 2000, pp. 3-10
- [17] Keil, M., et al., "A cross-cultural study on escalation of commitment behavior in software projects," *MIS Quarterly*, Vol. 24, No. 2, 2000, pp. 299-325.
- [18] Keil, M., Robey, D., "Blowing the whistle on troubled software projects," *Communications of the ACM*, Vol. 44, No. 4, 2001, pp. 87-93.
- [19] Keil, M., Tiwana, A., Bush A., "Reconciling user and project manager perceptions of IT project risk: a Delphi study," *Information Systems Journal*, Vol. 12, No. 2, 2002, pp. 103.
- [20] Meyer A., Loch C., Pich M., "Managing project uncertainty: from variation to chaos," *Sloan Management Review*, 2002, pp. 60-67.
- [21] Moymhan, T., "How experienced project managers assess risk," *IEEE Software*, Vol. 14, No. 3, 1997, pp. 35-41.
- [22] Montealegre, R., Keil, M., "De-escalating information technology projects: lessons from the Denver International Airport," *MIS Quarterly*, Vol. 24, No. 3, 2000, pp. 417-447.
- [23] Nidumolu, S., "The effect of coordination and uncertainty on software project performance: residual risk as an international variable," *Information System Research*, Vol. 6, No. 3, 1995, pp. 191-219.
- [24] Nidumolu, S., "A comparison of the structural contingency and risk-based perspectives on coordination in software-development projects," *Journal of Management Information Systems*, Vol. 13, No. 2, 1996a, pp. 77-113.
- [25] Nidumolu, S., "Standardization, requirements uncertainty and software project performance," *Information & Management*, Vol. 31, 1996b, pp. 135-150.
- [26] Paulk, M., et al., *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving Software Process*, Addison-Wesley Publishing, 1995

- [27] Paulk, M., "Extreme programming from a CMM perspective," IEEE Software, Vol. 18, No. 6, 2001, pp. 1-8.
- [28] Ropponen, J., Software Risk Management-Foundations, Principles and Empirical Findings, Jyvaskyla University Printing House, 1999
- [29] Schmidt, R., et al., "Identifying software project risks: an international Delphi study," Journal of Management Information Systems, Vol. 17, No. 4, 2001, pp. 5-36.
- [30] SEI, Process Maturity Profile of the Software Company 1998 Mid Year Update, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1998
- [31] SEI, Process Maturity Profile of the Software Company 2001 Year End Update, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2002
- [32] Smith, H., et al., "Keeping mum as the project goes under: towards and explanatory model," Journal of Management Information Systems, Vol. 18, No. 2, 2001, pp. 189-228.
- [33] Zhang, P., et al., "Predicting information technology project escalation: a neural network approach," European Journal of Operations Research, (in press), 2002
- [34] Zmud, R., "Management of large software development efforts," MIS Quarterly, Vol. 4, No. 2, 1980, pp. 45-55.

■ 저자소개



나관식

저자는 서원대학교 경영학부 (경영정보학과) 부교수로 재직중이며, 광운대학교 경영학과를 졸업하고, 동대학에서 석사 및 박사학위를

취득하였다. The University of Alabama in Huntsville 에서 교환교수로 재직하였으며, The Journal of Systems and Software, 경영정보학연구, 경영과학회지, 정보보호학회지, 정보처리학회지, 정보기술응용연구 등에 다수의 논문을 발표하였다.

Tel: 043-299-8572

E-mail: ksna@seowon.ac.kr