

기능점수를 이용한 소프트웨어 규모추정 실증연구

김 승 권* · 이 중 무** · 박 호 인***

An Empirical Study of SW Size Estimation by using Function Point

Kim, Seung Kwon · Lee, Jong Moo · Park, Ho In

〈Abstract〉

An accurate estimation of software development size is an important factor in calculating reasonable cost of project development and determining its success. In this study, we propose estimation models, using function point based on the functional correlation between software, with empirical data. Three models($FP_{est}(I)$, $FP_{est}(II)$, $FP_{est}(III)$) are developed with correlation and regression analysis. The validity of the models is evaluated by the significance test by comparing values of Mean Magnitude of Relative Error (MMRE) and predictions of each model at level n%. Model $FP_{est}(III)$ proved to be superior to other models such as IFPC(Indicative Function Point Count), EFPC(Estimated Function Point Count), EPFS(Early Prediction of Function Size), $FP_{est}(I)$, and $FP_{est}(II)$. As a result, the accuracy of the model appears to be very high to determine the usefulness of the model to finally overcome weakness of other estimation models. The model can be efficiently used to estimate project development size including software size or manpower allocation.

Key Words : Function Point, LOC, SW Size Estimation, Magnitude of Relative Error, MMRE

I. 서론

소프트웨어(SW) 규모의 정확한 예측과 측정은 이후 개발 프로젝트의 진행에 따라, 효율적인 자원배분과 개발될 정보시스템 품질에 직접 영향을 미치게 되므로 매우 중요하다. 즉, 정보시스템의 초기단계에서부터 정확한 비용과 투입인원, 일정 등에 관한 예측은 해당 프로젝트의 성공여부를 평가하는 주요 요소로서, 무엇보다도

우선적으로 합리적 판단이 이뤄져야 한다[1]. 이와 아울러 시스템 전체 개발과정에서 정확한 예측을 뒷받침할 수 있는 척도(Metric) 또한 합리적으로 선택·적용되어야 한다.

그러나 과거 다수의 프로젝트의 실패에서 보듯이 단순한 이전경험에 따른 불합리한 인력투입과 규모산정, 시스템의 외형적 크기 중심의 관리 등이 해결해야 할 문제점으로 대두되어 왔다.

프로젝트 초기 단계에 SW 개발과 관련된 비용, 자원 및 기간에 대한 예측이 적절하게 이루어지지 못하게 될 경우, 프로젝트의 납기가 지연되거나, 추가 인력의 투입

* 정보통신산업진흥원 SW공학센터 수석연구원

** 한라대학교 경영학과 교수

*** 부천대학 e-비즈니스과 교수(교신저자)

으로 인해 비용초과가 발생할 우려가 있으며, 최종적으로 산출물의 품질에 문제가 발생하여 고객의 만족도가 떨어질 수 있다.

SW 개발비용을 측정하는데 고려되어야 하는 주요 요소로는 해당 개발규모와 환경 등을 들 수 있는데, 특히 비용에 직접 영향을 미치는 핵심요소로는 우선 개발규모를 들 수 있다. 이를 측정하기 위한 가장 일반적인 방법으로는 코드라인 수(LOC: Line of Code)와 기능점수(FP: Function Point)를 들 수 있다[2].

국내의 경우, SW의 개발 및 유지보수 사업의 규모를 산정하는데 주로 LOC 측정방식을 사용해 왔는데, 이는 프로그램의 명령 라인수를 통해 SW의 규모를 산정하는 방법으로 개발자가 이해하기 쉽고 의미가 명확하며, 또한 과거 다수의 전통적인 규모측정이 대부분 LOC에 의해 이뤄져 왔기 때문이다. 하지만 이 방법은 다음과 같은 몇 가지 근본적인 문제를 가지고 있다[3].

첫째, SW가 고객의 요구사항을 시스템으로 반영한 것이라면, 고객의 요구사항에 따른 크기가 직접 반영되어야 할 것이다. 그러나 개발된 시스템의 LOC는 고객의 요구사항보다는 개발자 관점의 규모를 반영한 것이라는 문제가 있다.

둘째, LOC 방식은 사용되는 언어, 도구 및 프로그래머에 따른 생산성 차이가 많이 나타나기 때문에 규모 측정의 합리적 척도로서 일관성의 문제와 효율성에도 많은 의문점이 있다고 볼 수 있다. 따라서 LOC에 의한 단순 규모만으로 판단하면, SW의 실제기능의 크기는 정확한 파악이 어려운 경우가 발생된다.

셋째, LOC란 코드생성이 가능한 단계에서만 파악이 가능하므로, SW 개발 전 생명주기 공정 가운데 코드 생성 이전단계에서는 LOC에 의한 규모 측정은 적용이 불가능한 문제점이 있다.

한마디로 LOC 방식은 개발주기, 개발 언어나 환경에 영향을 받게 되어 규모 예측의 합리적 근거가 부족하며, 추정 시점에 따라 예측결함이 발생하는 등의 다수 문제점이 지적되어 왔다[4-6].

이에 비해 개발자 관점에서의 규모를 산정하는 LOC 방식과 달리 FP방식은, 사용자 관점에서 SW가 제공하는 기능을 주요 요인으로 분석하고, 이를 정량화하여 규모를 산정하는 방식을 특징으로 갖고 있다. 따라서 사용자 이해가 쉽고, 개발환경의 영향을 적게 받는 장점 등으로 인하여 대부분 SW개발의 합리적 규모산정에 선호되어 사용되고 있다[4].

SW 개발 규모 산정을 위해 국내에서는 SW사업대기준(지식경제부)의 FP방식과 LOC방식을 사용하고 있다. 특히, 공공분야를 중심으로 FP방식이 주로 많이 사용되고 있다[7-8]. 사업이 진행되는 동안에 고객의 요구사항 변경이 자주 발생하기 때문에 프로젝트 초기 단계에 필요한 기능을 모두 도출하여 FP를 정확히 산정하는 작업은 어려움이 따른다.

그러나 이러한 어려움에도 불구하고 SW 개발 초기 단계에 비교적 적은 노력으로 FP를 추정하기 위한 방법이 개발되어 왔는데, 그 대표적 예로는 NESMA (Netherlands Software Metrics Association)의 IFPC (Indicate Function Point Count)와 EFPC(Estimated Function Point Count), 그리고 ISBSG(Int'l SW Benchmarking Standard Group)의 EPFS(Early Prediction of Function Size) 등을 들 수 있다.

하지만 이들이 개발초기에 비교적 적은 노력으로 규모를 예측할 수 있다는 장점도 있으나, 지나치게 단순화시킨 추정방식으로 인하여, 최종 SW산출물의 실제 FP와 예측값 간의 오차발생 등이 단점으로 지적되기도 한다[4, 9-10].

국내의 SW사업 대가기준에서는 기능을 구분하고 평균복잡도를 곱하는 방식의 간이 FP방법이 제시되어 있으나, 프로젝트 초기 단계에 모든 기능을 도출해 낸 후에 SW 개발규모 산정이 가능하다는 제약이 있다.

본 연구에서는 실제 프로젝트를 수행하면서 수집한 SW FP 데이터를 이용하여 프로젝트 초기 단계에 활용할 수 있고 정확성 및 효율성이 높은 효율적인 SW 개발 규모 산정을 위한 추정 모형을 실증적으로 제시하는 것을

목적으로 한다. 또한 제시된 추정모형의 적절성 검증을 위해서, 일반적으로 모형의 정확성 검증에 활용되는 평균상대오차(MMRE, Mean Magnitude Relative Error)와 각 오차수준(n)에서의 예측치(: Pred(n))를 기존의 예측방법들과 비교하여, 본 연구에서 제시한 추정모형의 적절성을 검증해보고자 한다.

II. 문헌연구

2.1 FP 정의

LOC 방식의 문제에 대한 해결책으로서 가장 주목을 받고 있는 FP 방식은 처음부터 고객과의 접점에서 측정 요소를 도출하여 규모를 측정함으로써 고객 지향적이고 객관적이라 할 수 있다. 이는 SW에서 취급되는 데이터 크기와 같은 척도를 직접 사용하기 때문이다. 기능점수 방식의 장점은 자료의 규모를 가지고 측정함으로써 고객 지향적이라는 것은 물론, 시스템의 기획 단계에서부터 유지보수 단계에 이르기까지의 전 라이프사이클에서 일관된 측정의 척도로 사용될 수 있다는 점이다. 특히 사용자에게 제공되는 논리적 혹은 상세기능 설계단계에서부터 기능별 정량화를 통한 SW 규모 측정이 가능하며, 구현기술, 프로젝트 혹은 조직수준에 관계없이 개발 및 유지보수 비율과 규모추정이 가능하다는 장점을 갖는다.

FP 방식의 기본이해는 우선 고객의 요구사항으로부터 발생하는 자료량의 상대적 크기에 대한 관점으로부터 시작된다. 사전적인 FP의 정의는“어플리케이션에서 ‘표현된’ 그리고 ‘사용된’ 자료(data)의 총량으로의 계량화” 방법이다.

FP는 크게 데이터 기능과 트랜잭션 기능으로 나누어진다. 데이터 기능은 시스템의 정적인 요소의 측정으로 데이터베이스의 설계(ERD)로부터 도출된다. 이는 개발된(될) 시스템의 “정적(static)” 표현이라고 할 수 있다. 트랜잭션 기능은 대상 시스템의 “동적(dynamic) 요소로

서, 어플리케이션 내에 정적으로 표현되어 있는 데이터의 요소(attribute)들을 얼마나 많이 “사용하고” 있는가의 측정이다. FP라 함은 측정 대상 시스템의 정적인(표현된) 자료의 양과 동적인(사용된) 자료의 양의 총량으로서 계산된다.

Albrecht 연구[11]에 따르면 SW에 의해 수행되는 기능을 데이터가 입력 및 출력되는 외부적인 관점에서 프로그램이 수행해야 할 기능의 수를 산정하여 가중치를 부여한 전체 기능의 합으로부터 구하는 소위 FP라는 개념을 활용하도록 제안한 바 있다[12]. 현재는 1984년에 설립된 IFPUG(International Function Point User Group)에서 FP 측정매뉴얼을 발간하고, 이와 관련된 자격제도를 운영하고 있다.

FP방식에서는 SW의 기능을 외부입력(EI: External Input), 외부조회(EQ: External in Quiry), 외부출력(EO: External Output), 내부논리 파일(ILF: Internal Logical File), 외부연계파일(EIF: External Interface File)로 구분하고 각 기능들의 복잡도에 따라 점수를 할당하여 SW의 개발 규모를 산정한다.

이 중 외부입력(EI), 외부조회(EQ), 외부출력(EO) 기능은 트랜잭션(Transaction) 기능으로 측정 대상 시스템과 외부 시스템 또는 사용자 사이의 상호작용과 관련된 기능을 의미한다. 내부논리파일(ILF)과 외부연계파일(EIF)은 데이터 기능을 말하며 측정 대상 시스템 또는 외부 시스템에서 유지되는 데이터를 의미한다[13-15].

FP는 시스템의 기능을 측정하기 때문에 시스템을 구성하는 SW를 구현하는데 사용된 언어나 기술에 독립적이라는 특징을 지니고 있다. 즉, FP의 사전 척도로서의 기능과 구현 기술 및 언어와 같은 환경적인 요소에 구애받지 않고 일관성 있게 적용할 수 있는 장점이 있다[16]. 위와 같은 기능점수의 장점 때문에 최근에는 FP를 기반으로 한 SW 개발 규모 측정방법이 널리 확산되어 사용되고 있으며, 국내에서는 지식경제부에서 제시한 SW사업 대가의 기준에서도 이를 채택하고 있다[16].

2.2 FP 예측방법

Albrecht가 FP 모형을 제안한 이후, 이를 보완하고 조직에 맞게 수정한 여러 가지 변형된 FP 모형이 제안되었다. FP 모형은 국제FP사용자 그룹(IFPUG)이 제시한 국제 표준이지만 FP 예측을 위해 이를 응용한 NESMA, ISBSG 등의 FP 예측방법들이 제안되었다. 여기에서는 FP 예측방법으로 활용되고 있는 NESMA의 IFPC와 EFPC, ISBSG의 EPFS에 대해서 알아보기로 한다.

2.2.1 IFPC 방법

NESMA는 네덜란드의 SW 측정기관으로서, 1989년 NEFPUG(Netherlands Function Point Users Group)을 시작 운영하여, 현재는 ISO/IEC 24570 인증 및 120여개의 회원을 확보하고 있으며, 러시아를 포함한 다양한 국가로부터 다수의 FP 사용자들을 회원으로 보유하고 있다. NESMA에서는 정보시스템 규모추정을 위하여 IFPUG에서 제시한 FP방법(FPA)을 사용하지만, 보다 빠른 시점에서의 FP의 예측을 위하여 IFPUG의 FP를 단순화시킨 EFPA(Early Function Point Analysis) 방법론을 제시하였다. NESMA에서 제시한 FP 예측방법(EFPA)은 크게 IFPC(Indicative Function Point Count)와 EFPC(Estimated Function Point Count)의 두 가지로 분류된다[4, 10].

IFPC 예측방법은 데이터 기능(Data Function)에 대한 기능의 유형과 개수는 도출될 수 있지만 트랜잭션 기능(Transaction Function)에 대한 기능의 유형과 개수가 도출되기 어려운 경우에 FP 예측을 위하여 사용되는 방법이다. IFPC 예측방법은 평균적으로 하나의 내부논리파일(ILF)에는 외부입출력 3개, 외부출력 2개, 외부조회 1개가 존재하며, 하나의 외부연계파일(EIF)에 평균적으로 외부출력 1개, 외부조회 1개가 존재한다는 가정에 의해 제안된 방법으로서 데이터 기능만으로 전체 FP를 예측할 수 있는 방법이다.

IFPC 예측방법에서는 정보시스템 개발 프로젝트의 FP를 예측하기 위하여 내부논리파일(ILF)의 개수에 35의 가중치를, 외부연계파일(EIF)의 개수에 15의 가중치를 부여함으로써, 전체 FP 값을 예측하는 방법이다. IFPC는 예측방법의 특성상 기능유형별로 FP의 계산이 이루어지지 않고 전체 FP 값만이 예측되며 계산식은 다음과 같다.

$$IFPC = (Num\ of\ ILF * W_i) + (Num\ of\ EIF * W_e)$$

e.g., $W_i = 35, W_e = 15$

IFPC 예측방법은 FP 측정방법(FPA)의 데이터 기능만으로 트랜잭션 기능을 추정하여 산출되는 FP 값이므로, 다음에 소개할 FP 예측방법들에 비해 예측의 정확도가 상대적으로 떨어진다.

그러나 정보시스템 개발 프로젝트의 예측방법들 중 가장 초기에 적용할 수 있는 방법이며 트랜잭션 기능의 분류조차 명확하지 않은 시점에서 적용되는 예측방법이라는 점을 고려하면 비교적 정확한 예측결과를 보여주고 있다고 할 수 있다[10].

2.2.2 EFPC 방법

IFPC 예측방법은 데이터 기능에 대한 기능의 유형과 개수는 도출될 수 있지만 트랜잭션 기능에 대한 기능의 유형과 개수가 도출되기 어려운 경우에 사용되는 반면 EFPC예측방법은 데이터 기능과 트랜잭션 기능의 유형별 기능의 개수는 도출가능하나 요소 유형을 도출할 수 없는 경우에 사용된다. 즉 데이터 기능의 측정에 필요한 레코드요소 유형(RET, Record Element Type)과 데이터요소 유형(DET, Data Element Type)을 도출할 수 없거나, 트랜잭션 기능을 측정하기 위한 참조파일 유형(FTR: File Type Referenced)과 데이터요소 유형(DET)을 도출할 수 없을 경우에도 적용할 수 있는 방법이다.

2.2.3 EPFS 방법

ISBSG는 1997년 비영리단체로 결성되어, 수년간 NSMA(National Software Metrics Association)와의 협력으로 공공단체 및 영리단체에 대한 SW 프로세스 및 측정사업을 지원해 왔다. 현재까지도 ISBSG는 SW 개발 및 개선, SW 유지보수 및 지원 사업에 참여하고 있다[4, 9].

ISBSG는 정보시스템 개발 프로젝트 초기 단계에서 일부 기능유형의 기능 개수만 산출된 경우에 전체 FP 값을 예측하는 EPFS(Early Prediction of Function Size)방법을 제안하였다[7, 15].

EPFS는 정보시스템 개발 프로젝트 초기 단계에 데이터 기능과 트랜잭션 기능의 일부만을 파악할 수 있을 경우에 전체 FP값을 예측할 수 있는 방법이다.

데이터 기능 중 내부논리파일(ILF)의 일부만을 파악할 수 있을 경우에는 내부논리파일의 개수에 내부논리파일의 평균 가중치를 곱한 다음 이를 내부논리파일이 전체 FP 값에서 차지하는 비율로 나누어 데이터 기능의 전체 FP 값을 예측한다.

또한 트랜잭션 기능 중 외부입력의 일부만을 파악할 수 있을 경우에는 외부입력의 개수에 외부입력의 평균 가중치를 곱한 다음, 이를 외부입력이 전체 FP값에서 차지하는 비율로 나눠 트랜잭션 기능의 전체 FP값을 예측한다. EPFS 방식을 계산식으로 표현하면 다음과 같다.

$$PF_j = (Num\ of\ Func_j * W_j)$$

$$EPFS = \frac{DF * 100}{Ratio\ of\ Func_j} + \frac{TF * 100}{Ratio\ of\ Func_j}$$

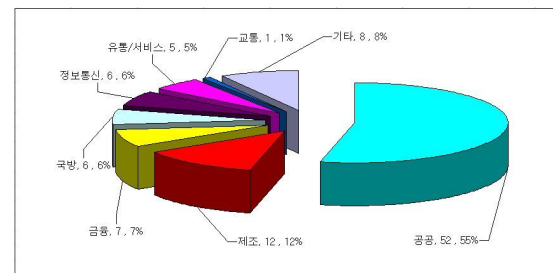
여기에서 PF의 계산식은 데이터 기능과 트랜잭션 각각에 대하여 파악된 일부 기능유형에 대한 FP값을 산출하는 과정이며, EPFS의 계산식은 파악된 일부 기능유형에 대한 FP값을 통해 전체 FP값을 산출하는 과정의 의미한다.

III. 실증적 추정모형의 개발

3.1 분석 데이터의 특징

본 연구를 위하여 국내에서 수행된 정보시스템 개발 프로젝트를 대상으로 FP와 관련된 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터의 수는 총 97개의 정보시스템 개발 프로젝트로 공공분야 52개, 제조분야 12개, 금융분야 7개, 국방분야 6개, 정보통신분야 6개, 유통/서비스분야 5개, 교통분야 1개, 기타분야 8개의 프로젝트로 구성되었다.

수집된 데이터들의 항목들은 SW기능 유형 개수, SW 기능유형별 UFP, SW 기능유형별 복잡도 등으로 구성되었고, 개발 규모 별 데이터 현황은 500FP 미만이 15개, 500FP~1,000FP가 27개, 1,000FP~2,000FP가 33개, 2,000FP~3,000FP가 11개, 3,000FP 이상이 11개 프로젝트로 구성되었다.



<그림 1> 어플리케이션 유형별 데이터 현황

총 97개의 프로젝트에서 사용된 개발언어는 총 135개로 나타났으며, 이중 Java를 사용한 프로젝트가 28개(20.7%), C#이 12개(8.9%), ASP가 15개(11.1%), JSP가 19개(14.1%), Delphi가 16개(11.9%), VB가 16개(11.9%), 기타 29개(21.5%)의 분포로 나타나고 있다. 총 프로젝트의 수에 비해 개발에 사용된 언어의 수가 많은 이유는 개별 프로젝트에 사용되는 개발 언어가 2개 이상 활용한 프로젝트가 존재하기 때문이다.

3.2 추정모형의 개발

본 연구에서는 기능별 상관관계 분석 및 SW 개발 규모 추정 모형 개발을 위한 실증분석을 위해서 SPSS 15.0 (windows 버전)을 사용하였다. 상관분석은 두 개 변수 간의 관련성과 영향도를 알아보는 것으로, 피어슨 상관 계수를 통해 판단할 수 있다.

분석결과를 살펴보면, 독립변수인 EI, EO, EQ, ILF, EIF 모두 종속변수인 UFP와 0.7 이상으로 아주 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

<표 3> 상관관계 분석표

변수명	EI	EO	EQ	ILF	EIF	UFP
EI	1.000					
EO	0.717**	1.000				
EQ	0.751**	0.543**	1.000			
ILF	0.772**	0.520**	0.669**	1.000		
EIF	0.016	0.145	0.105	-0.014	1.000	
UFP	0.876**	0.658**	0.830**	0.861**	0.823**	1.000

**P < 0.01

회귀분석에서 종속변수와 관련이 있는 독립변수가 여러 개 일 때 가장 적합한 변수들의 조합을 찾기 위해 단계별(Stepwise) 선택방법을 사용한다. 이는 독립변수의 모든 가능한 조합에 대한 모형들을 단계적으로 구하고, 이 가운데 통계적으로 가장 유의한 변수들로 구성된 모형들 가운데, 설명력이 가장 큰 모형을 선택하는 방식이다.

참고로 설명력이란 회귀식이 모집단의 데이터를 얼마나 잘 설명해주는지 나타내는 척도이며, R²값이 클수록 설명력이 높다는 의미다. R²값은 0과 1사이의 값을 가지며, 대체로 0.8이상이면 회귀식이 적합한 것으로 본다.

단계별 변수선택의 결과를 살펴보면, 변수가 하나인 모형 EI(0.823), ILF(0.783) 중에서 설명력이 가장 큰 EI(0.823)가 선택되었고, 변수가 두개인 모형 EI, ILF(0.859), EI, EIF(0.853), ILF, EIF(0.824) 중에서 R²값이 가장 큰 EI,

ILF(0.859)가 선택되었으며, 변수가 3개인 모형에서는 EI, ILF, EIF(0.894)만 선택되었음을 알 수 있다.

<표 4> 모형별 계수값의 유의성과 신뢰구간

모형	변수	비표준화		표준화	t	유의확률
		계수(β)	표준오차	계수(β)		
I	상수	528.523	200.063		2.642	0.012
	EI	3.824	.291	.907	13.126	0.000
II	상수	353.467	190.299		1.857	0.071
	EI	2.392	.543	.568	4.405	0.000
	ILF	1.714	.568	.389	3.015	0.005
III	상수	62.191	187.843		.331	0.743
	EI	2.306	.478	.547	4.823	0.000
	ILF	1.851	.501	.420	3.692	0.001
	EIF	3.379	.992	.188	3.407	0.002

<표 4>에서 첫 번째 모형의 상수값은 528.523이며, EI의 회귀계수는 3.824로서 나타났다. 본 회귀계수의 통계적 유의성을 검증하는 t값 13.126의 유의확률 sig. T=0.000는 기준값 0.05이하이므로, EI의 회귀계수는 통계적으로 유의하다고 판단할 수 있다.

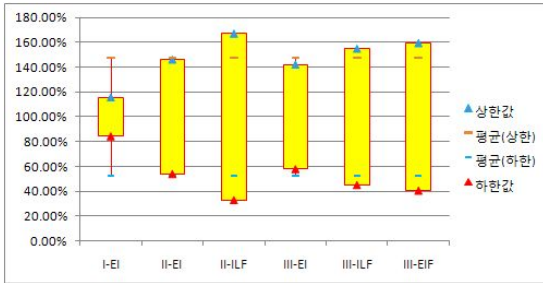
참고로 계수별 95% 신뢰구간의 상하한 비율값을 계산해 비교해 보면, 다음과 같다. 일반적으로 적용되는 적정 추정범위인 60-70% 이내의 상한값 이상의 범위와 30-40% 하한값의 하위이내 범위에 모두 해당되는 것으로 나타나, 현실적으로 본 연구에서 제시한 모형들의 적용성은 충분히 있는 것으로 판단된다.

<표 5> 95% 신뢰구간값과 상대적 정규화값*

모형	I			II			III			평균값
	변수	EI	ILF	EI	ILF	EIF	EI	ILF	EIF	
상한값	4.414 (115.43%)	3.494 (146.07%)	2.867 (167.27%)	3.276 (142.06%)	2.868 (154.94%)	5.392 (159.57%)	3.179 (147.56%)			
하한값	3.233 (84.54%)	1.291 (53.97%)	0.561 (32.73%)	1.335 (57.89%)	0.833 (45.00%)	1.365 (40.40%)	1.436 (52.42%)			

주: 괄호안의 값은 평균값을 1로 정규화한 상대적 비율값을 의미함

이를 토대로 위 분석의 결과를 적용한 추정모형을 일



<그림 2> 계수의 적정성

반화하여 제시하면 다음과 같다. 일반 추정모형은 다음 수식과 같이 요약해 볼 수 있는데, 첫 번째 추정모형(K=I)의 경우를 위한 회귀분석의 값을 적용한 추정모형의 예다.

$$FP_{est}(K) = a_0 + a_1 \times EI + a_2 \times ILF + a_3 \times EIF$$

e.g., $a_0 = 528.523, a_1 = 3.824, a_2 = a_3 = 0, K = I$

두 번째 추정모형(K=II)의 경우는 $a_3 = 0$, 즉 EI 와 ILF 두가지 변수만을 고려한 모형으로, 추정된 상수(a_0) 값은 353.467, EI와 ILF의 회귀계수는 각각 2.392와 1.714로 나타났다. 이는 회귀계수의 통계적 유의성을 검증하는 각각의 t값 4.405와 3.692의 유의확률이 sig. T=0.000<0.05 그리고 sig. T=0.001<0.05이므로 모두 통계적으로 유의하다고 판단된다.

이들 회귀분석의 결과를 이용한 추정모형(II)를 도출해보면 다음과 같다.

$$FP_{est}(II) = 353.467 + 2.392 \times EI + 1.714 \times ILF$$

또한 세번째 추정모형(K=III)의 상수값은 62.191, 변수 EI, ILF, 그리고 EIF의 각각의 계수값은 2.306, 1.851, 그리고 3.379로 추정되었다. 이들의 t값은 각각 4.823, 3.692, 그리고 3.407 등으로서 유의확률 t값(0.000, 0.001, 0.002) 값이 0.05이하로서 나타나, 통계적으로 모두 유의한 것으로 나타났다.

이상의 회귀분석의 결과를 토대로 추정모형(III)을 도출해보면 다음과 같다.

$$FP_{est}(III) = 62.191 + 2.306 \times EI + 1.851 \times ILF + 3.379 \times EIF$$

SW 개발 규모 산정을 위한 추정모형으로 단계별 변수선택법을 활용한 회귀분석을 통해 위와 같이 3개 모형이 도출 제시되었다.

이중 설명력만을 기준으로 판단해 보면 모형(III)이 최적 모형이나, 프로젝트 초기에 개발 규모를 산정하는 효율성을 중시한다면, 상대적으로 적은 비용과 노력이 들어가는 모형(I) 혹은 모형(II)가 보다 적합할 수도 있다. 그러나 이 경우 이와 함께, 추정 모형들의 예측정확도도 함께 고려되어야 한다.

즉, 하나의 독립변수로 선택된 추정 모형이 SW 개발 규모를 산정하는데 들어가는 노력 측면만 고려한다면, 효율적인 모형이 될 수 있지만 모형(I)의 결과 값이 모형(II) 혹은 모형(III)에 비해 정확도가 떨어지거나 혹은 기존 예측방법들과 비교해서 정확도가 떨어진다면 굳이 모형(I)을 활용하여 개발규모를 산정할 필요가 없게 된다.

따라서 앞선 회귀분석에서 설명력만으로 볼 때 모형(III)으로 분석되었지만, 프로젝트 초기에 비용을 산정하는데 들어가는 비용측면이나 효율성 측면 등을 고려하면서 모형(III)의 정확도가 모형(I), 모형(II)보다 우수한지와 기존의 예측방법에 비해 우수한지를 검증하는 작업이 필요하다. 이를 위해 모형의 정확성을 검증하는 추가적인 분석을 실시하였다.

IV. SW 개발 규모 추정 모형 검증

4.1 검증방법

기존의 데이터를 기반으로 추정된 모형의 정확성을

평가하기 위해 가장 일반적인 접근방식으로는 상대오차 크기(MRE: Magnitude of Relative Error)[3], 평균상대오차 크기(MMRE)[17], 일정 오차 n% 수준에서의 예측치 (Pred(n): Prediction at level n%)[18] 비교 등이 사용될 수 있다.

본 절에서는 제시된 모형의 실증적 정확도를 MMRE와 Pred(n)값을 기준으로 모형의 정량적 평가를 수행하고, 이를 현재 사용되는 기타 FP 모형들의 MMRE와 Pred(n)값과 비교를 통해, 본 연구모형의 적합성을 확인해 본다[19-20].

4.1.1 MMRE 비교

상대오차의 크기는 평균상대오차의 크기 값을 산출하는 기본 자료로 활용되며, 이를 도출하는 식은 다음과 같이 정의된다.

$$MRE = \frac{|\varepsilon_i - \hat{\varepsilon}_i|}{\varepsilon_i}$$

여기서 ε 는 실제 값을 의미하고 $\hat{\varepsilon}$ 은 모형을 통해 산출된 추정치를 의미한다.

평균상대오차크기는 상대오차크기의 평균값으로 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$MMRE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{|\varepsilon_i - \hat{\varepsilon}_i|}{\varepsilon_i}$$

m은 분석대상 기능의 개수이고, 평균의 의미는 모든 측정치(m)를 고려하여 계산되어진다.

본 절에서는 모형의 정확성 판단을 위해 우선 FP관련 이전연구[4, 13, 21-22]에서 주로 사용한 MMRE를 사용한다. MMRE는 위 등식에서 언급했던 것처럼 예측 오차 값과 실제 오차값 차의 평균비율로서 계산된다[4]. 참고로 여기서 예측 값은 FP 예측방법을 통해 계산된 데이터

또는 트랜잭션 각각의 기능들에 대한 값이며, 실제 값은 프로젝트 종료시점에서 국제 FP 사용자 그룹의 기준에 따라 계산된 데이터 또는 트랜잭션 각각의 기능들에 대한 값을 의미한다.

4.1.2 Pred(n) 비교

모형의 정확성을 평가하는 다른 일반적인 기준은 n% 상대오차 범위내의 측정값을 의미하는 Pred(n) 값이다. Pred(n)은 산출된 모형을 통해 산출된 예측 값과 실제 값과의 상대오차가 일정범위 내인 프로젝트의 비율을 의미한다.

본 절에서는 제시모형의 예측정확성 비교를 위한 두 번째 방법으로 일정수준 오차범위 내의 예측값(Pred(n))을 사용한다. 예를 들어, Pred(0.25)=0.64은 예측 값과 실제 값의 상대오차가 전체 25% 범위이내인 프로젝트가 전체 프로젝트의 64%임을 의미하며, 이를 일반화하여 표시하면 다음과 같다.

$$Pred(1st\ Quartile) = \frac{Count\ of\ \hat{\varepsilon}(MMRE \leq 0.25)}{Count\ of\ Total} = \frac{k}{n}$$

여기에서 k는 예측치와 실측치의 상대오차 크기가 25% 이하인 예측치의 개수를 의미한다. 즉 총 97개의 실측치 중에서 상대오차크기가 25%인 관측치를 의미하는 것이다.

참고로 Conte의 연구[21]에 의하면, 일반적으로 $MMRE \leq 0.25$ 이고 $Pred(0.25) \geq 0.75$ 이면 우수한 모형으로 인정되고 있다. 이와 아울러 정량적인 MMRE와 Pred(0.25)값을 근간으로, 전문가 의견을 추가하여 모형의 정확성을 종합 판단하기도 한다[23].

4.2 검증 결과

회귀분석을 통해 산출된 모형(III), 모형(II), 모형(I)

및 국·내외 예측방법들을 대상으로 MMRE의 크기를 계산해 본 결과, 모형(III)이 0.249로 Conte[21] 등이 제시한 우수한 모형의 정확도인 25% 수준을 만족시키고 있음을 보여주고 있다.

또한 국·내외 예측방법과 모형(II), 모형(I)의 MMRE값을 비교해 보면, NESMA의 EFPC가 0.275, SW사업 대가기준의 간이 FP법이 0.275, 추정 모형(II)이 0.388, 추정 모형(I)이 0.432, ISBSG의 EPFS는 0.435, NESMA의 IFPC가 0.469로 나타나 본 연구의 모형이 상대적으로 우수한 것으로 나타나고 있다.

모형의 정확성을 평가하는 또 다른 기준인 Pred(0.25) 값은 모형(III)이 0.64수준으로 Conte[22]가 제시하는 정확도가 우수한 모형의 기준인 75%에 못 미치는 것을 알 수 있다.

하지만 국·내외 예측방법과 모형(II), 모형(I)의 Pred(0.25)값들과 비교해 보면, 모형(II)이 0.53, NESMA의 IFPC는 0.49, 모형(I)이 0.41, NESMA의 EFPC가 0.36, SW사업 대가기준의 간이 FP법은 0.35, ISBSG의 EPFS는 0.30으로, 본 연구의 모형의 Pred(0.25)값이 상대적으로 더 우수한 결과를 나타냄을 알 수 있다. 이들 결과를 종합해보면 다음과 같다.

<표 6> 유형별 검증결과

유형	EPFS	IFPC	EFPC	간이 FP법	모형(I)	모형(II)	모형(III)
MMRE	0.435	0.469	0.275	0.275	0.432	0.388	0.249
Pred (25%)	0.300	0.490	0.360	0.350	0.410	0.530	0.640

전체적으로 본 연구에서 개발한 모형(II), 모형(I)의 경우에는 국내·외 예측방법들보다 정확도가 떨어지는 것을 알 수 있다.

하지만, 본 연구에서 제시한 모형(III)의 경우에는 평균상대오차(MMRE)의 값이 0.249로 국·내외 예측방법과 모형(II), 모형(I)과 비교했을 때 가장 작고, Pred(0.25) 값의 경우에도 0.64로 국·내외 예측방법과

모형(II), 모형(I)과의 비교에서 가장 값이 크게 나와, 다른 예측모형들보다 상대적으로 더 우수한 것으로 볼 수 있다.

V. 결론

프로젝트 초기 단계에 정보시스템 개발과 관련된 비용, 자원 및 기간에 대한 예측이 적절하게 이루어지지 못하게 될 경우, 프로젝트의 납기가 지연되거나, 추가 인력의 투입으로 인해 초과비용이 발생할 우려가 있으며, 최종적으로 산출물의 품질에 문제가 발생하여 고객의 만족도가 떨어질 수 있다. 이런 요인들 때문에, 정보시스템 개발을 위한 프로젝트 초기 단계에서 정확한 개발비용을 예측하는 활동이 매우 중요하다. 이와 관련하여 FP를 통한 정보시스템 개발규모 측정과 예측에 관한 많은 연구가 수행되어 왔으며, 그 결과 다수의 FP 분석과 예측방법들이 등장하게 되었다.

가장 보편적인 FP 예측방법으로는 IFPC와 EFPC, EPFS, 그리고 국내 SW사업 대가기준인 간이 FP법 등을 들 수 있다. 이는 정보시스템 개발초기에 비교적 적은 노력으로 FP를 예측할 수 있다는 장점과 함께, 지나치게 단순화 시킨 FP 예측방법으로 최종 산출물에 대한 실제 FP와 예측결과 간의 측정오차가 또한 상당수 존재한다는 단점을 갖고 있다.

본 연구에서는 새롭게 개발되는 정보시스템 프로젝트에 효율적인 자원배분과 의사결정을 지원을 통해 정보시스템 개발 프로젝트를 성공적으로 수행할 수 있도록, 프로젝트 초기 단계에 활용할 수 있는 SW 개발 규모 산정을 위한 추정모형을 제시하고 이를 실증적인 자료에 근거하여 정확성을 검증하였다.

구체적으로 프로젝트 초기 단계의 SW 개발규모에 관한 실증적 추정을 위해, 국내 97개 정보시스템 개발프로젝트를 대상으로 추출된 FP 데이터를 이용하여 회귀분석을 실시하였다. 또한 정확성 분석은 다음의 두 가지 기

준을 통한 검증방법을 적용하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 평균상대오차 값을 기준으로 본 연구의 추정모형(0.249), EFPC(0.275), 간이FP법(0.275), EPFS(0.435), 그리고 IFPC(0.469)의 순서로 나타났다. 참고로 해당 값이 작을수록 모형의 정확성이 높다고 볼 수 있는데, 본 연구에서 제시한 모형이 다른 모형들에 비해 가장 높은 예측 정확성을 나타내는 것으로 나타났다.

둘째, Pred(0.25)의 값을 기준으로 본 연구모형(0.64), IFPC(0.49), EFPC(0.36), 간이FP법(0.35), 그리고 EPFS(0.30)의 순서로 나타나, 본 연구의 추정 모형의 값이 다른 모형들에 비해 가장 높은 예측 정확성을 갖는 것으로 나타났다.

본 연구로 이론적 측면에서 다수의 SW개발 규모 추정 모델의 단점을 극복하여 보다 효율적이고 정확한 추정이 가능하게 되었다. 또한 실무에서 SW 개발 초기 단계에서 규모에 대한 정확한 예측을 통해 개발비용과 기간 등을 포함한 개발 관련 자원을 적정화할 수 있는 토대가 마련된다.

그러나 본 연구는 몇가지 연구 한계점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구에서 활용된 FP값들이 관련 분야 전문가들의 평가에 근거하여 도출됨에 따라, 평가결과의 일관성 측면에 문제가 있을 수 있다. 즉, 동일한 프로젝트의 기능평가 점수결과는 평가자들에 따라 차이가 존재할 수 있으며 이는 자료의 신뢰성에 영향을 줄 수 있다. 둘째, 연구모형의 일반화를 위해서는 더 많은 실증분석이 뒷받침 되어야 한다. 특히 국내 산업현장의 특성상 양질의 FP기반의 측정자료 확보가 어렵다.

따라서 향후 다양한 유형의 프로젝트와 이에 근거한 FP 관련 데이터들의 일관된 수집, 그리고 그 결과분석의 제시를 통한 본 모형의 연구결과의 일반화가 지속적으로 이루어져야만 한다.

참고문헌

- [1] Pressman, R. S., Software Engineering: A Practitioner's Approach 4th ed., McGraw-Hill, 1997.
- [2] Putnam, L. and W. Myers, Measures for excellence, Yourdon Press, 1992.
- [3] Kemerer, C. F., "An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models," CACM, Vol. 30, No. 5, 1987, pp. 416-429.
- [4] 이석준, "정보시스템 개발 초기단계에서의 기능점수 산정에 관한 연구," 국민대학교 대학원, 2004.
- [5] Kemerer, C. F., "An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models," CACM, Vol. 30, No. 5, 1987, pp. 416-429.
- [6] Matson, J. E., B. E. Barrett, and J. M. Mellichamp, "Software Development cost estimation using function points," IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 20, No. 4, Nov. 1994, pp. 275-287.
- [7] 정보통신부, "소프트웨어사업 대가의 기준," 정통부 고시 제2004-8호, 2004.
- [8] 지식경제부, 한국소프트웨어진흥원, 2008 소프트웨어사업대가의 기준 해설, 2008.
- [9] ISBSG, Estimating Function Point Size, International Software Benchmarking Standard Group, 2004, <http://www.isbsg.org>.
- [10] NESMA, Early Function Point Analysis, Netherlands Software Metrics Association, 2004, <http://www.nesma.nl>.
- [11] Albrecht, A. J., and J. E. Gaffney, "Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Prediction : A Software Science Validation," IEEE Transaction on Software Engineering, Vol. 9, No. 6, 1983, pp. 639-647.

[12] 김현수, "기능점수를 이용한 소프트웨어 규모 및 비용산정 방안에 관한 연구," *경영과학*, 제14권 제1호, 1997, pp. 131-149.

[13] 양원석, 정창해, 최순황, 황만수, 박수용, "요구사항으로부터 기능점수를 측정하기 위한 체계적인 방법," *한국 SI 학회 2004 추계학술대회*, 2004, pp. 497-503.

[14] 최순황, "기능점수 도출 방법을 이용한 요구사항 기반 비용분석 및 관리 방법," *서강대학교 대학원*, 2008.

[15] 최순황, 김진태, 박수용, 한지영, "목표 및 시나리오 기반 요구사항을 이용한 기능점수 분석," *정보과학회 논문지*, 제33권 제8호, 2006. pp. 655-667.

[16] 박상기, "기능점수 분석에 바탕을 둔 소프트웨어 개발비용 산정에 관한 실험적 연구," *부산대학교 산업대학원*, 2005.

[17] Shepperd, M. J., C. Schofield, and B. Kitchenham, "Effort Estimation Using Analogy," *Proc. ICSE-18*, Berlin, 1996.

[18] Shepperd, M. J., and C. Schofield, "Estimating Software Project Effort Using Analogies", *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 23, No. 11, 1997, pp. 736-743.

[19] 박주석, "가중치를 적용한 기능점수 소프트웨어 규모 측정," *한국 인터넷 정보학회*, 6권 2호, 2004, pp. 37-47.

[20] 박찬규, 구자환, 김성희, 신수정, 송병선, "공공부문 정보화사업의 소프트웨어 개발비용 예측에 관한 연구," *경영과학*, 제19권, 2002, pp. 191-204.

[21] Conte, S., H. Dunsmore, and V. Shen, *Software Engineering Metrics and Models*, Menlo Park, California: Benjamin/ Cummings, 1986.

[22] 박찬규, 신수정, 이현욱, "국내 소프트웨어 개발사업에 적합한 기능점수규모 예측방법에 관한 연구," *경영과학*, 제20권, 2003, pp. 179-196.

[23] 한국전산원, "소프트웨어 개발비 대가기준 개선 연구," 2004.

■ 저자소개 ■



김 승 권
Kim, Seung Kweon

2010년 3월~현재
NIPA SW공학센터 수석연구원
2009년 1월 안보경영연구원 u-IT 팀장
2009년 2월 고려대학교 경영학과(MIS박사)
1998년 3월 한국외대 경영정보대학원(MIS석사)

관심분야 : 소프트웨어품질, SW 프로세스
평가, 정보시스템 성과평가
E-mail : sgkim@nipa.kr



이 중 무
Lee, Jong Moo

1998년 3월~현재
한라대학교 경영학과 MIS교수
1997년 8월 고려대학교 경영학과 (MIS박사)
1987년 8월 IUP대학교 경영학과(MIS석사)
1981년 2월 고려대학교 경제학과(경제학사)

관심분야 : SW품질, 프로세스평가, 시스템설계
E-mail : jmlee@halla.ac.kr



박 호 인
Park, Ho In

1990년 3월~현재
부원대학 e-비즈니스과 교수
1997년 2월 고려대학교 경영학과(경영학박사)
1986년 8월 뉴욕주립대학교 경영학과(MIS석사)
1982년 2월 고려대학교 경영학과(경영학사)

관심분야 : 소프트웨어품질, MIS전략
E-mail : hipark@bc.ac.kr

논문접수일	2011년 5월 3일
수정일	2011년 5월 26일
계재확정일	2011년 5월 31일