

소프트웨어 개발형태 기반 개발기간 추정 연구 (A Study of Development Schedule Estimation Based on Development Type)

박석규 (Seok-Gyu Park)¹⁾ 김운용(Woon-Yong Kim)²⁾

요 약

소프트웨어 측정분야는 30년 이상 수많은 연구가 있어 왔으나 아직까지 구체적인 소프트웨어 개발노력, 개발기간과 비용 추정 모델이 없는 실정이다. 소프트웨어 개발기간을 추정하기 위한 기존의 모델들은 사용된 데이터 크기가 적고 과거 프로젝트들을 대상으로 하고 있어 현재의 복잡하고 다양한 개발환경에 적용하는데 제약이 따른다. 따라서, Oligny et al.은 ISBSG Benchmark Release 4의 396개 프로젝트에 대해 개발기간이 개발플랫폼에 영향을 받음을 제기하여 각 개발플랫폼에 따른 개발기간 추정 모델을 제시하였다. 본 논문은 Oligny et al. 모델들을 ISBSG Benchmark Release 6의 534개 프로젝트에 대해 적용한 결과 개발기간이 개발플랫폼에 영향을 적게 받음을 밝혔다. 따라서, 개발기간에 보다 영향을 미치는 개발형태를 채택해, 개발형태에 따른 개발기간 추정 모델을 제시하였다. 제안된 모델들은 개발 플랫폼의 영향보다 개발기간 추정에 보다 많은 영향을 미침을 밝혔으며, 개발기간 추정시 개발형태별로 추정하는 모델 적용이 보다 타당함을 알 수 있다.

Abstract

Area of software measurement is active more than thirty years. There is a huge collection of researches but still no concrete software development effort, duration and cost estimation model. The data sets used to conduct previous studies in the duration estimation model are often small and not too recent, these types of models should not be apply in recent projects that have complex architecture and various development environment. Therefore, Oligny et al. presents empirical models that predict software project duration in accordance with project platform based on project effort using the log data transformation. These models are based on the analysis of 396 project data provided by release 4 of the ISBSG Benchmark. Applying Oligny et al.'s models to 534 project data provided release 6 of the ISBSG Benchmark, the project duration is affected by development type more than development platform. Therefore, This paper presents the model of duration estimation according to development type. This paper proves the duration is more affected by development type than development platform. And, The model according to development type is more adequate for duration estimation.

1) 정회원: 강원도립대학 컴퓨터응용과 조교수
2) 정회원 : 강원도립대학 컴퓨터응용과 전임강사

1. 서 론

대형 소프트웨어 프로젝트의 1 퍼센트만이 계획된 기간과 예상 비용한도 내에서 고객에 만족시키며 완료되었으며, 대부분의 프로젝트들은 1년 이상의 일정이 지연되고 초기 예상 비용의 2배 정도 예산이 초과되었다[1]. 이와 같은 이유로 인해, 프로젝트 관리 측면에서 소프트웨어 개발 및 유지보수 비용을 줄이고자 체계적인 연구가 수행되고 있으며, 소프트웨어 비용산정, 소요 인력 및 개발일정을 추정하는 모델을 개발하는 계기가 되었다. 계획단계에서 보다 정확한 비용산정, 개발인력 및 일정 추정은 프로젝트를 관리할 때 발생하는 다양한 의사결정, 소요 예산 및 개발인원 할당과 계약체결 여부에 신뢰할 만한 정보를 제공한다. 사용자가 제기한 요구사항 명세서에 따라 소프트웨어 규모가 측정되며, 이를 이용해 개발에 소요되는 인력과 개발기간을 추정하게 된다.

소프트웨어 규모를 측정하기 위한 척도로 가장 많이 사용되고 있는 방법들 중에 LOC(Line Of Code)와 FPA (Function Point Analysis)가 있다. LOC 척도는 언어에 따라 다르게 측정되므로 언어에 종속되어 있으며, 요구분석 또는 설계단계에서 정확한 추정의 어려움이 있다[2]. 코딩이 완료된 시점보다는 소프트웨어 개발 초기인 요구분석 단계에서 개발될 소프트웨어 프로젝트에 투입될 비용, 인력과 개발기간을 추정하는 것이 사업관리측면에서 보다 필요하다. FPA는 사용자에게 양도될 시스템의 기능에 기초하여 소프트웨어 시스템의 규모와 복잡도를 정량화하는 방법으로 소프트웨어 프로젝트를 개발하기 위해 사용되는 언어 또는 도구와 독립적이며, 개발 생명주기의 초기단계인 요구분석 단계에서 측정 가능한 장점이 있어 LOC를 사용할 때의 문제점을 극복할 수 있는 접근법이다[2].

사용자의 요구사항 명세서에 따라 기능점수 (FP, Function Point)를 계산하는 방법은 다양한 연구가 수행되었으며, 정형화된 방법은 ISBSG

Release 6[3]를 참조하기 바란다. 측정된 FP 값을 이용해 소프트웨어 개발에 투입된 노력을 추정하는 연구로는 Albrecht[4,5], Albrecht et al.[6], Kemerer[7,8], Low et al.[9], Matson et al.[2], 박석규 et al.[10] 등이 있다.

소프트웨어 프로젝트의 개발기간을 예측하기 위해 Bailey-Basili('81), Boehm-COCOMO('81), Kitchenman과 Taylor('92) 등 많은 모델들이 제안되었다. Ferens et al.[11]은 소프트웨어 개발일정 추정의 실태에 대해 "소프트웨어 비용 모델들이 소프트웨어 개발기간을 추정하는 능력을 갖고 있으며, 다양한 데이터베이스들에 대해 개발일정 알고리즘의 정확도를 평가하는 여러 연구가 수행되었으나 제한된 응용분야에 대해 예상되는 어떤 모델의 우월성 (Superiority)를 증명하는 연구가 없었다. 또한, 소프트웨어 응용의 광범위한 분야에 적용 가능한 모델의 적용성을 연구하기 위해 이 분야에 대한 보다 많은 연구가 필요하다"라고 제기하였다. 소프트웨어 개발기간을 추정하기 위한 이전 연구들은 사용된 표본의 크기가 매우 작고, 90년대 이전에 개발된 프로젝트들을 대상으로 하고 있다. 따라서, 기존의 개발기간을 추정하기 위한 모델들은 사용한 표본의 크기가 작아 현대의 복잡하고 다양한 환경에서 개발되는 프로젝트들에 이들 모델들을 적용하기 위한 정확성과 가치를 판단할 수 가 없다. 최근 들어 Oligny et al.[12,13]은 1989 ~ 1996년에 개발이 완료된 396개 소프트웨어 프로젝트에 대한 데이터를 갖고 있는 ISBSG Database Release 4[14]에 근거하여 개발 플랫폼인 Main Frame, Mid-range와 Personnel Computer에 따라 각각의 플랫폼에 따른 개발노력과 개발기간과의 관계로부터 모델을 유도하였다.

개발기간은 개발 플랫폼에 영향을 받을 수 있다. 그러나 새로운 개발, 재개발 또는 성능 향상 등 개발 형태에 따라서도 영향을 받을 수 있으며, 이 요소가 개발 플랫폼 보다 개발기간에 큰 영향을 미치는 요소가 될 수 있다. 따라서, 본 논문은 개발 플랫폼에 따른 개발기간

추정모델 대신 개발형태에 따른 개발기간 추정 모델을 제시한다. 본 모델을 유도하기 위해 사용된 데이터는 표본의 크기가 상당히 크고, 다양한 개발환경 하에서 개발된 시스템들에 적합한 일반적인 소프트웨어 개발기간 추정 모델을 제안한다. 제안되는 모델은 90년대에 다양한 개발환경 하에서 전세계 20여개 국에서 개발된 789개 프로젝트 데이터베이스를 갖고 있는 ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group) Benchmark Release 6[3]이다. 2장에서는 개발기간을 추정하기 위한 기존 연구들을 살펴보고, 3장에서는 다양한 개발환경과 조건에서 개발된 대용량 프로젝트에 기존 제안 모델을 적용해 본다. 4장에서는 개발기간이 개발형태에 보다 영향을 받음을 보이고, 기존의 개발플랫폼에 따른 모델들과 성능을 비교, 분석하여 본다.

2. 관련 연구 및 문제점

소프트웨어 개발 프로젝트의 일정을 예측하기 위해 프로젝트의 개발노력에 근거한 많은 통계적 모델들이 제안되었다. 업체들로부터의 확신에도 불구하고 연구 결과들은 이들 통계적 개발기간 모델들의 정확성에 관한 상반된 결과를 보였다[11,15,16]. 그러나 주지해야만 하는 사항은 이들 연구에 사용된 데이터 크기가 매우 작고 오래된 과거 데이터들이라는 점이다. Kitchenham[15]가 거론한 8개 모델 중 7개 연구가 10년 전에 발표되었으며, Ferens와 Daly[11]는 90년도에 발표된 연구와 89년 또는 90년도에 발표된 3종의 다른 평가 보고서에 대해 제시하였다. Kitchenham[15]는 20개 또는 그 이하의 프로젝트 표본으로부터 경험적으로 21개 개발 일정 모델 중 12개를 유도하였으며, 6개 모델은 21~33 프로젝트 표본으로부터, 나머지 3개 모델은 46, 63과 81개 프로젝트 표본으로부터 유도하였다. Ferens와 Daly[11]는 통계적 개발기간 모델을 평가하는 다른 3개의 연구결과를 보였다. 이것은 소프트웨어 개발기간 추정은

이들 모델을 적절히 적용하는 것에 대해 보다 숙련을 요구함을 의미한다[17]. 이 결과에 의거해 Oligny et al[12,13]는 1989~1996년에 개발 완료된 396개 소프트웨어 프로젝트에 대한 데이터를 갖고 있는 ISBSG Database Release 4 [14]에 근거하여 모델을 개발하였다. Oligny et al.[12]에서 추천한 바에 따라 개발기간 모델들은 전체 데이터 표본을 사용하는 것보다 보다 동질성을 갖는 서브 데이터에 대해 개발기간을 추정하는 모델을 개발하였다. 즉, 개발 플랫폼인 Main Frame (MF), Mid-range (MR)와 Personnel Computer (PC)를 사용한 프로젝트들의 데이터들에 적합한 소프트웨어 개발기간 추정 모델을 제안하였다. 주어진 데이터의 개발 노력 (E)와 개발기간 (D) 관계가 비선형 형태를 취하며, 편향된 분포를 가져, 데이터를 로그 변환시킨 결과 $\log(E)$ 와 $\log(D)$ 의 관계가 보다 선형적 관계를 가지며, 데이터가 정규분포를 함을 발견하여 이 관계로부터 선형회귀분석을 수행하여 식 (1)-(3)의 모델을 제안하였다.

$$\log(D_{MF}) = -0.339 + 0.366 \log(E) \quad \text{또는}$$

$$D_{MF} = 0.458E^{0.366} \quad (1)$$

$$D_{MR} = 0.548E^{0.360} \quad (2)$$

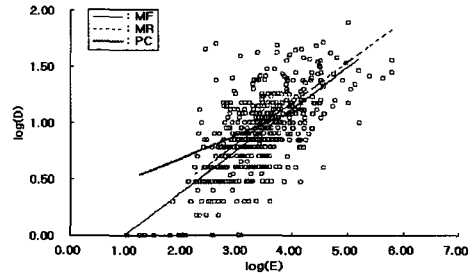
$$D_{PC} = 1.936E^{0.210} \quad (3)$$

ISBSG Benchmark Release 6[3] 데이터베이스는 90년대에 다양한 나라에서 개발된 789개 프로젝트들에 대한 다양한 언어, 개발기법 및 적용분야 등을 갖고 있는 방대한 데이터베이스이다. 본 논문에 사용된 데이터는 ISBSG Benchmark Release 6[3]의 789개 프로젝트 데이터 중에 개발 플랫폼으로는 MF, MR과 PC 데이터가 모두 기술된 534개 프로젝트가 선정되었다. 534개 데이터 중에 MF에서 개발된 프로젝트는 324건, MR에서는 128건이며, PC에서는 82건이다.

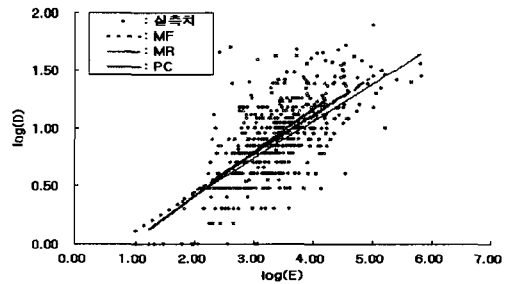
제안된 모델을 평가함에 있어서 결정계수 (Coefficient of determination, R^2)와 잔차를 분석한

다. 회귀분석의 경우 회귀직선에 의해 종속변수가 설명되는 정도를 나타내는 결정계수라 한다. 종속변수의 값은 독립변수에 의해 결정되는 부분과 미지의 오차의 합으로 나타나며, 총변동을 설명하는데 있어서 회귀직선에 의해 설명되는 변동이 기여하는 비율이 R^2 이다. 따라서, $R^2(0 \leq R^2 \leq 1)$ 이 0에 가까우면 추정된 회귀직선은 쓸모가 없으며, 값이 클수록 쓸모 있는 회귀직선이 된다. 잔차(Residual)는 실제 값과 추정된 값과의 차이로, 잔차분석은 단순회귀모형에서 등분산성, 독립성, 정규성, 직선관계의 가정이 옳은가를 검토할 때 가장 많이 사용되는 방법이다. 따라서, 잔차가 어떤 일정한 형태를 취하지 않고 랜덤하게 분산되어 있는 경우가 좋은 모델이 된다. 잔차분석 결과 등분산성을 갖지 못하며, FP가 증가함에 따라 상당히 큰 값을 가짐을 알 수 있다. 따라서, 선형 회귀분석만으로는 이들 데이터의 분포를 적절히 표현하지 못하며, 데이터에 대한 적절한 수학적 변환 또는 다른 요인에 대한 개발기간의 영향성을 분석하는 것이 필요함을 알 수 있다.

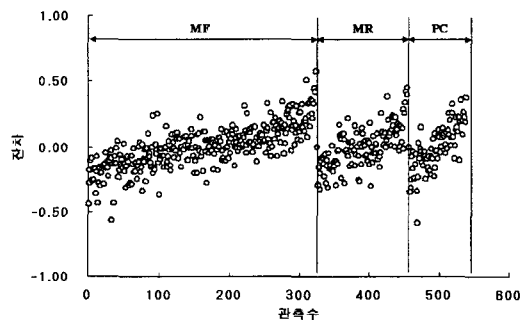
Oligny et al.[12,13]이 제안한 모델들을 평가하기 위해, 로그함수로 치환하여 개발노력 $\log(E)$ 에 따른 개발기간 $\log(D)$ 의 산점도를 그리고 MF, MR과 PC에 대한 식 (1)-(3) 모델을 적용한 결과는 [그림 1]에 제시되어 있다. 534개 프로젝트에 대한 MF, MR과 PC에 적합한 모델을 유도하기 위해 다시 단순회귀분석 수행 결과는 각각 [그림 2]에 보여지고 있으며, 각각에 대한 잔차는 [그림 3]에 제시되어 있다. [그림 2]와 [그림 3]을 비교하면 알 수 있듯이, 프로젝트 표본의 크기가 커짐에 따라 개발 플랫폼별로 거의 유사한 모델을 얻음으로써, 개발기간은 개발 플랫폼에 따라 영향을 보다 적게 받음을 알 수 있다. 또한, Oligny et al.[12,13]이 제안한 모델은 MF, MR와 PC 모두 잔차가 랜덤하게 분포하지 않고 일정한 선형으로 증가하는 경향을 나타내 좋지 않은 모델임을 알 수 있다. Oligny et al.[12,13] 모델과 새로 회귀분석한 모델의 성능은 <표 1>에 제시되어 있다.



[그림 1] Oligny et al. 모델 적용 결과
[Fig. 1] Applied Result of Oligny et al. Model



[그림 2] 개발 플랫폼에 따른 기간추정 회귀모델
[Fig 2] Regression Model for Duration Estimation According to Development Platform



[그림 3] 개발 플랫폼에 따른 기간추정의 잔차
[Fig. 3]The Residual of Duration Estimation According to Development Platform

Oligny et al.[12,13] 제안 모델을 ISBSG Benc

hmark Release 6[3]의 534개 프로젝트에 대해 적용한 결과 개발노력을 이용한 개발기간 추정 모델은 PC 플랫폼에서 개발되는 프로젝트들만이 상당한 차이를 보였으며, MF와 MR 플랫폼에서 개발되는 프로젝트들은 ISBSG Benchmark Release 4[14]에서 적용한 모델과 거의 동일한 형태를 취하였다. 그러나 ISBSG Release 4[14]의 396개에서 ISBSG Release 6[3]의 534개로 프로젝트 표본 크기가 커짐에 따라 개발기간 추정 선형회귀 모델의 영향이 감소함을 알 수 있다. 따라서, 개발기간 추정에 영향을 미치는 속성 (Attribute)으로 개발 플랫폼을 선택하기보다는 다른 속성을 찾아 이 속성에 따른 개발기간 추정 모델을 제시하는 것이 보다 타당할 것이다.

<표 1> 개발 플랫폼에 따른 기간추정 모델의 성능

<Table 1> The Capability of Duration Estimation Model According to Development Platform

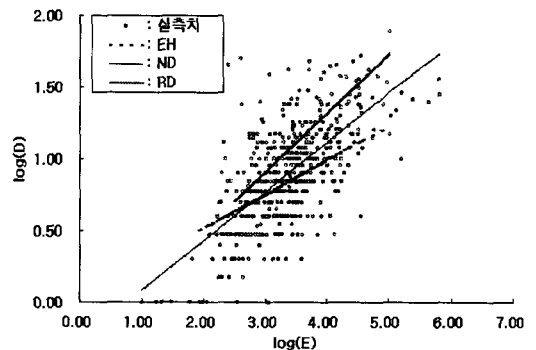
구분	플랫폼	모델	성능
Oligney et al.[11,12]	MF	$D_{MF} = 0.458E^{0.366}$	41.34 %
	MR	$D_{MR} = 0.548E^{0.360}$	48.49 %
	PC	$D_{PC} = 1.936E^{0.210}$	38.74 %
새로운 회귀분석	MF	$\log(D_{MF}) = 0.3331 \log(E)$	38.93 %
	MR	$\log(D_{MR}) = 0.3216 \log(E)$	48.49 %
	PC	$\log(D_{PC}) = 0.3747 \log(E)$	41.35 %

3. 개발형태별 개발기간 추정 모델

본 논문은 개발 플랫폼에 따른 개발기간을 추정하는 Oligney et al.[12,13] 모델 대신 개발형태에 따른 개발기간을 추정하는 모델을 제시한

다. 개발형태는 Enhancement (EH), New Development (ND)와 Re-development (RD)가 있다. 개발 플랫폼 대신 개발형태 속성이 소프트웨어 개발기간에 미치는 영향이 보다 클 수 있다. 왜냐하면, EH와 RD는 소프트웨어 개발 프로세스 전체를 모두 따르지 않고 특정 프로세스만을 수행하며, ND만이 전체 프로세스를 따르기 때문에 개발기간에 차이가 발생되기 때문이다. 따라서, 개발노력이나 개발기간이 개발 플랫폼보다는 개발형태에 보다 많은 영향을 받는다.

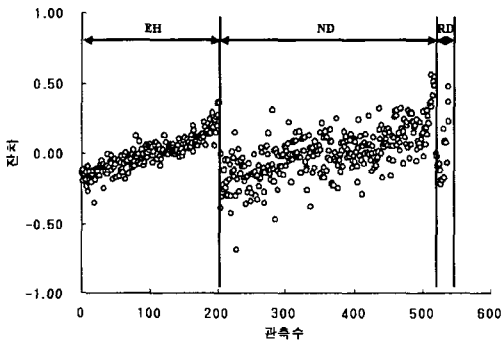
모델 유도를 위해 사용된 ISBSG Benchmark Release 6[3]의 534개 프로젝트들 중에 개발형태별로 EH는 202개, ND는 313개와 RD는 19개 프로젝트가 있다. 개발 형태별로 주어진 데이터의 개발노력 $\log(E)$ 에 따른 개발기간 $\ln(D)$ 의 산점도를 그리고 선형회귀분석을 수행한 결과는 [그림 4]와 같다. 또한, 회귀분석 결과 얻은 잔차 분포는 [그림 5]에 제시되어 있다.



[그림 4] 개발형태에 따른 기간추정 회귀모델 [Fig. 4]Regression Model for Duration Estimation According to Development Type

[그림 4]를 [그림 2]와 비교시 개발 플랫폼보다는 개발형태에 따라 개발노력이 보다 많은 영향을 받음을 알 수 있다. 또한 잔차 분석 결과 개발플랫폼별로 추정된 개발기간 모델은 MF, MR와 PC 모두 일정한 선형 증가 경향을 보인

반면, 개발형태에 따른 모델은 Fig. 6과 같이 EH 만이 강한 선형 증가 경향을 보였으며, ND와 RD는 보다 랜덤한 분포를 나타내었다. 따라서, 개발플랫폼에 따른 모델보다는 개발형태에 따른 개발기간 추정 모델이 보다 좋은 모델임을 알 수 있다.



[그림 5] 개발형태에 따른 기간추정의 잔차
[Fig. 5] The Residual of Duration Estimation According to Development Type

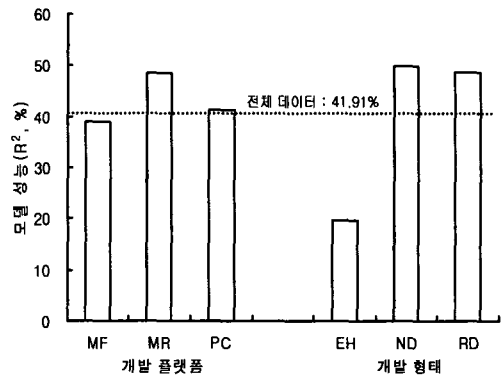
개발형태와 개발플랫폼에 무관하게 전체 프로젝트에 대한 선형회귀모델, 개발형태에 따른 개발기간을 추정하는 모델과 개발플랫폼에 따른 개발기간을 추정하는 모델의 성능을 분석한 결과는 <표 2>에 제시되어 있다.

<표 2> 기간 추정 모델의 성능
<Table 2> The Capability of Duration Estimation Model

구분	형태	개발노력 추정모델	R ²
DP	MF	$\log(D) = -0.2241 + 0.3331 \cdot \log(E)$	38.93%
	MR	$\log(D) = -0.2288 + 0.3216 \cdot \log(E)$	48.49%
	PC	$\log(D) = -0.3391 + 0.3747 \cdot \log(E)$	41.35%
DT	EH	$\log(D) = -0.0372 + 0.2377 \cdot \log(E)$	19.71%
	ND	$\log(D) = -0.2569 + 0.3430 \cdot \log(E)$	49.96%
	RD	$\log(D) = -0.3197 + 0.4080 \cdot \log(E)$	48.63%
전체 데이터		$\log(D) = -0.2151 + 0.3277 \cdot \log(E)$	41.91%

<표 2>에서 제시된 모델의 성능에 대해, 개발

플랫폼과 개발형태에 따른 개발기간 추정 모델의 영향을 분석하기 위해 [그림 6]과 같이 전체 데이터에 대한 변동을 그려보았다.



[그림 6] 기간추정모델 비교

[Fig. 6] Compare of Duration Estimation Models

[그림 6]에서 전체 데이터에 대해 개발기간을 추정한 모델의 성능에 비해 개발 플랫폼에 따른 개발기간 추정 모델의 성능은 약간의 오차를 보였으나 개발형태에 따른 모델의 성능은 커다란 편차를 보임을 알 수 있다. 따라서, 개발 플랫폼에 따른 개발기간 추정모델을 제시하는 것 보다 개발형태에 따른 개발기간 추정 모델이 보다 현실적으로 타당해 보인다. 개발될 프로젝트에 대해 제안된 모델을 이용하여 소프트웨어 개발 초기에 개발에 소요될 기간을 추정한 결과가 프로젝트가 종료된 후 실제 투입된 개발기간과 비교시 개발플랫폼 보다는 개발형태에 따라 보다 많은 영향을 받음을 알 수 있다. 따라서, 프로젝트 관리측면에서 개발기간 추정에 본 모델을 적용시 다양한 의사결정, 소요 예산 및 개발인원 할당과 계약체결 여부에 신뢰할 만한 정보를 얻을 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구과제

개발기간을 추정하는 기존의 모델들은 사용된 표본의 개수가 적고, 개발환경과 개발방법 등 다양한 형태의 프로젝트에 적용되지 않는 문제

점이 있었다. 따라서, Oligny et al.[12,13]은 ISBSG Benchmark Release 4[14]의 396개 프로젝트에 대해 개발플랫폼 형태가 개발기간 추정에 영향을 미치는 속성임을 제시하여 개발플랫폼별 개발기간 추정 모델을 제시하였다. 그러나 Oligny et al.[12,13] 모델을 ISBSG Benchmark Release 6[3]의 최근 다양한 개발환경과 방법론으로 개발된 789개 프로젝트 중 534개 프로젝트에 적용한 결과 개발플랫폼별로 개발기간에 영향을 거의 미치지 않고 거의 유사한 모델임을 알 수 있었다. 따라서, 본 논문은 개발기간 추정에 있어 개발 플랫폼 형태보다 영향을 크게 미치는 속성인 개발형태를 취해 개발형태별로 개발기간을 추정하는 모델을 제시하였다.

모델을 유도하기 위해, 실험 데이터에 대해 개발노력과 개발기간과의 관계가 명확하도록 데이터를 log 변환시켜 산점도를 그리고, 이를 이용하여 단순회귀분석을 통해 모델을 제안하였다. 제안된 모델은 다양한 소프트웨어 개발환경과 개발방법 등을 고려해 개발된 최근의 대용량 프로젝트에 대해 적용하여 실제로 개발기간을 추정하는데 있어 기존 모델과 비교시 보다 적용성과 현실성을 갖고 있는 모델임을 알 수 있다.

본 논문에서 제안된 모델의 잔차 분석 결과 잔차들이 랜덤한 경향을 나타내지 않았고, 모델의 성능도 실제 데이터의 변동을 약 40% 밖에 설명하지 않는 성능을 보였다. 그러므로, 개발형태나 개발 플랫폼에 영향을 받지 않으면서도 모델의 성능이 보다 향상되고, 모델의 잔차가 랜덤하게 분포하는 일반화된 모델 개발이 필요하다. 따라서, 추후 이 분야에 대한 연구를 수행할 것이다.

참고문헌

- [1]K. H. Möller and D. J. Paulish, *Software Metrics-A Practitioner's Guide to Improved Product Development*, Chapman & Hall Co., New York, 1993.
- [2]J. E. Matson, B. E. Barrett and J. M. Mellichamp, "Software Development Cost Estimation Using Function Points," *IEEE Trans. on Software Eng.*, Vol.20, No.4, pp. 275-287, 1994.
- [3]ISBSG, "Worldwide Software Development - The Benchmark Release 6," Victoria, Australia International Software Benchmarking Standards Group, 2000.
- [4]A. J. Albrecht, "Measuring Applications Development Productivity," *Proceedings of IBM Application Dev., Joint SHARE/GUIDE Symposium*, Monterey, CA., pp. 83-92, 1979.
- [5]A. J. Albrecht "Measuring Application Development Productivity," In *Programming Productivity : Issues for the Eighties*, C. Jones, ed. Washington, DC : IEEE Computer Society Press, 1981.
- [6]A. J. Albrecht and J. E. Gaffney, "Software Function, Source Line of Code and Development Effort Prediction : A Software Science Validation," *IEEE Trans. on Software Eng.*, Vol. SE-9, No.6, pp. 639-648, 1983.
- [7]C. F. Kemerer, "An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models," *Communication ACM*, Vol.30, No.5, pp. 416-429, 1987.
- [8]C. F. Kemerer, "Reliability of Functional Point Measurement - A Field Experiment," *Communications of ACM*, 1993.
- [9]G. C. Low and D. R. Jeffery, "Function Points in the Estimation and Evaluation of the Software Process," *IEEE Trans. on Software Eng.*, Vol. 16, pp. 64-71, 1990.
- [10]박석규, 박영목, 박재홍, "소프트웨어 개발 세부단계 노력추정 모델," 한국컴퓨터산업교육학회 논문지, 제2권, 제6호, 2001.
- [11]D. V. Ferens, B. A. Daly, "A Comparison of Software Scheduling Methods," In Reifer

[1]K. H. Möller and D. J. Paulish, *Software Metrics-A Practitioner's Guide to Improved Product Development*, Chapman & Hall C

D, ed. Software Management. 4th ed. Washington : IEEE Computer Society Press, 1993.

[12]S. Oligny, P. Bourque and A. Abran, "An Empirical Assessment of Project Duration Models in Software Engineering," In The Eight European Software Control and Metrics Conference (ESCOM'97), Berlin Germany, 1997.

[13]S. Oligny, P. Bourque, A. Abran, and B. Fournier, "Exploring the Relation Between Effort and Duration in Software Engineering Projects," World Computer Congress 2000, August 21-25, Beijing, China, pp. 175-178, 2000.

[14]ISBSG, "Worldwide Software Development - The Benchmark Release 4," Victoria, Australia International Software Benchmarking Standards Group, 1997.

[15]B. A. Kitchenham, "Empirical Studies of Assumptions That Underlie Software Cost-estimation Models," Information and Software Technology, Vol. 34, No. 4, pp. 211-218, 1992.

[16]C. Jones, "Determining Software Schedules," Computer Vol. 28, No. 2, pp. 73-75, 1995.

[17]R. E. Park, W. B. Goethert and J. T. Webb, "Software Cost and Schedule Estimating : A Process Improvement Initiative," Pittsburgh, PA Software Engineering Institute, 1994.

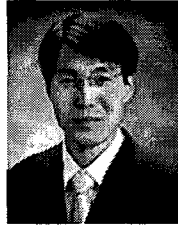
박 석 규



1988년 4월 ~ 2001년 2월
진주산업대학교 전산실장
1990년 3월 ~ 1992년 8월 경
남대학교 컴퓨터공학과(석사)
2002년 3월 ~ 2005년 2월 경
상대학교 컴퓨터과학과(박사)
2001년 3월 ~ 현재 강원도립대

학 컴퓨터응용과 조교수
관심분야 : 소프트웨어 신뢰성, 시스템 분석 및 설계, 멀티미디어

김 운 용



1996년 ~ 1999년 광운대학교
전자계산학과(이학석사)
1999년 ~ 2003년 광운대학교
컴퓨터과학과(공학박사)
2004년 ~ 2005년 Maxsoft 기
술연구소 책임연구원
2006년 ~ 현재 강원도립대

학 컴퓨터응용과 전임강사
관심분야 : 프로그래밍언어, 분산컴퓨팅, 웹서
비스, 임베디드 소프트웨어