

# 소프트웨어 개발 단계별 최적의 노력 할당 (Optimal Effort Allocation in Software Development Phase)

박재흥\*      노명옥\*\*      하석운\*\*\*

(Jae-Heung Park) (Myong-Ok No) (Seok-Wun Ha)

## 요약

성공적인 프로젝트 계획은 활용 가능한 일정과 더불어 프로젝트를 완수하는데 요구되는 노력을 얼마나 정확히 추정하느냐에 달려있다. 새로운 또는 보다 나은 모델 개발에 많은 연구가 이루어졌지만 현존하는 소프트웨어 노력 추정 모델들은 생명주기 전반에 걸쳐 투입되는 총 개발노력과 단위시간당 소요되는 노력 함수만을 제공한다. 또한, Putnam은 세부단계별로 일정한 개발노력 투입 비율을 제시하였다. 그러나 소프트웨어의 규모, 복잡도와 운영환경의 영향으로 인해 프로젝트 별로 투입되는 총 개발노력의 규모에 차이가 발생한다. 그 결과, 개발 세부단계별로 투입되는 노력의 규모도 프로젝트마다 차이가 발생한다. 본 논문은 총 개발노력 변동에 따른 소프트웨어의 계획, 명세, 구축, 시험과 이행단계에 투입될 개발노력을 추정하는 기준을 제시하였다. 이 모델들은 183종의 다른 소프트웨어 프로젝트들로부터 유도되었다. 제안된 기준은 프로젝트의 일정과 노력 할당 관리에 실질적인 지침을 제공할 것이다.

## ABSTRACT

Successful project planning relies on a good estimation of the effort required to complete a project, together with the schedule options that may be available. Despite the extensive research done developing new and better models, existing software effort estimation models are present only the total effort and instantaneous effort function for the software life-cycle. Also, Putnam presents constant effort rate in each phase. However, the size of total effort are variable according to the software projects under the influence of its size, complexity and operational environment. As a result, the allocated effort in each phase also differ from project to project. This paper suggests the criteria for effort allocation in planning, specifying, building, testing and implementing phase followed by the project total effort. These criteria are derived from 183 different projects. This result can be considered as a practical guideline in management of project schedule and effort allocation.

키워드(Keywords) : 소프트웨어 개발노력 (Software Development Effort), 개발 단계 (Development Phase), 노력 할당 (Effort Allocation), 평가기준 (Evaluation Criteria), 프로젝트 인도율 (Project Delivery Rate)

\* 정희원 : 경상대학교 컴퓨터학과 교수

\*\* 정희원 : 산청여자고등학교 교사

\*\*\* 정희원 : 경상대학교 컴퓨터학과 부교수

논문접수 : 2002. 1. 24.

심사완료 : 2002. 2. 28.

### 1. 서론

대형 소프트웨어 프로젝트의 1%만이 계획된 기간과 예산 비용한도 내에서 고객을 만족시키며 완료되었는데 반해, 대부분의 프로젝트들은 1년 이상의 일정이 지연되고 초기 예상 비용의 2배 정도가 초과되었다[1]. 이와 같은 이유로 인해, 프로젝트 관리 측면에서 소프트웨어 개발 및 유지보수 비용을 줄이고자 체계적인 연구가 수행되고 있으며, 소프트웨어 비용산정 및 프로젝트의 일정관리 모델을 개발하는 계기가 되었다. 계획단계에서 보다 정확한 비용산정 및 일정관리는 프로젝트를 관리할 때 발생하는 다양한 의사결정, 소요 예산 및 개발인원 할당과 계약 체결 여부에 신뢰할 만한 정보를 제공한다.

소프트웨어 개발노력과 비용 산정 (Development Effort and Cost Estimation)과 관련한 연구로는 Putnam의 SLIM(Software Lifecycle Management) 모델[2], LOC (Line Of Code)를 이용한 Boehm의 COCOMO (COConstructive COst MOdel) 모델[3,4] 등이 있다. COCOMO 모델은 코딩이 종료된 시점에서 정확한 LOC (Line Of Codes)를 기반으로 개발노력과 비용을 추정할 수 있다. 이에 비해, 소프트웨어 개발 초기인 요구 명세화 (Requirement Specification) 단계에서 개발노력과 비용을 추정하기 위한 방법으로 기능점수 (Function Point, FP)를 계산하기 위한 기능점수 분석 (Function Point Analysis, FPA) 기법이 있다 [5-8]. 이와 같은 연구들은 모두 소프트웨어 프로젝트의 생명주기 전반에 걸쳐 투입되는 총 개발노력과 비용을 추정하는 것이다. 또한, 총 개발노력을 소프트웨어 생명주기의 각 단계별로 어느 정도의 비율로 할당해야 하는지에 대한 연구는 Putnam[2]이 있다. Putnam[2]은 소프트웨어의 규모, 특성 등을 고려하지 않고 개발의 각 단계별로 일정한 값을 제시하였다. 그러나 개발되는 프로젝트의 규모, 복잡도, 운영환경 등의 차이로 인해 총 소요되는 개발노력의 규모뿐만 아니라 각 개발단계별로 투입되는 노력의 규모에도 심한 변동이 발생할 수 있어 일정한 값을 적용하는 데는 문제점이 있다.

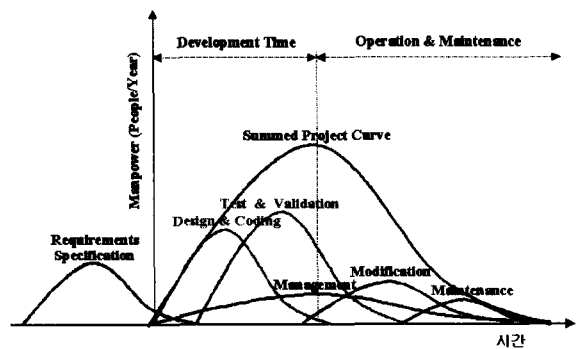
따라서, 본 논문은 실제 개발된 프로젝트들의 정보를 근거로 소프트웨어 개발 각 단계별로 최적의 노력을 할당할 수 있는 기준을 제시하고자 한다.

2장에서는 기존의 개발노력 할당비율에 관한 연구들을 살펴보고, 3장에서는 실제 수행된 프로젝트들의 사례를 통해 소프트웨어 규모별로 최적의 개발팀 규모, 개발기간과 총 소요 노력에 대한 기준을 제시한다. 4장에서는 총 소요 노력에 대해 개발단계 수행 유형에 따라 최적으로 노력을 할당하는 기준을 제시한다.

### 2. 기존 연구 및 연구배경

소프트웨어 생명주기 (Life Cycle) 전반에 걸쳐 투입되는 노력에 관한 연구로 Putnam[2], Boehm[3], Nordan[9,10]과 Pillai et al[11] 등이 있다.

Norden[9]은 IBM에서 개발된 다양한 하드웨어 개발과정에 투입된 노력은 근사적으로 Rayleigh 분포를 따른다는 사실을 관찰하였다. 이후 Putnam[2]에 의해 이 관찰 결과가 소프트웨어 프로젝트에 적용되었다. 150개의 소프트웨어 프로젝트가 Norden[10]과 Putnam[2]에 의해 연구되었으며, 프로젝트 수준에서 소프트웨어 생명주기 전반에 걸쳐 소요되는 총 노력뿐만 아니라 생명주기의 각 단계 (즉, 요구명세 분석, 설계, 코딩, 시험 및 유지보수 등)에 대한 노력도 [그림 1]과 같이 Rayleigh 분포를 따름을 관찰하였다. 임의의 시간  $t$  시점까지 프로젝트에 투입된 누적 노력  $y$ 를 식 (1)로, 임의의 시간  $t$  시점에서 프로젝트에 투입되는 노력  $y$ 는 식 (1)을 미분한 식 (2)로 표현된다.



[그림 1] 소프트웨어 개발 노력의 분포

[Fig. 1] A distribution of software development effort

$$y = E(1 - e^{-at^2}) \text{ MY} \quad (1)$$

$$\dot{y} = 2Eate^{-at^2} \text{ MY/YR} \quad (2)$$

여기서  $E$ 는 Rayleigh 곡선 아래에 있는 영역으로 년 인원으로 표시되며, 소프트웨어 생명주기 전반에 걸쳐 투입된 총 인력 (또는 노력)이다.

$a = \frac{1}{2t_d^2}$ 이며,  $t_d$ 는  $\dot{y}$ 이 최대가 되는 시점으로 경험적으로 볼 때, 시스템이 운영되는 시점에 근접한다. 따라서,  $t_{y_{\max}} = t_d$ 를 시스템의 개발기간이라 하며, 소프트웨어 생명주기 전반에 걸쳐 총 소요되는 개발노력의 약 40%에 도달하는 시점이다. 식 (2)에서  $a = \frac{1}{2t_d^2}$ 를 치환하면, 식 (3)이 된다.

$$\dot{y} = \frac{E}{t_d^2} te^{-\frac{t^2}{2t_d^2}} \quad (3)$$

Boehm[3]은 소프트웨어 개발 초기에 느린 개발노력 형성 부분과 마지막 단계에서의 점차 길게 감소하는 Rayleigh 분포 특성이 대부분의 소프트웨어 프로젝트의 개발노력 곡선에 일치하지 않음을 지적하였다. 일반적으로 소프트웨어 프로젝트는 개발 초기에 하드웨어 프로젝트보다 빠른 형성 비율 (Buildup Rate)을 가지며, 이는 Rayleigh 분포와 편향된 결과를 나타낸다. 이 연구 결과를 토대로, Pillai et al.[11]은 Putnam[2]의 개발노력 분포가 Rayleigh 분포를 따르는데 따른 문제점을 해결하기 위해 식 (4)의 Gamma 모델을 제시하였다.

$$\dot{y} = \frac{8E}{\Gamma(3)t_d^3} (t^2 e^{-\frac{2}{t_d}t}) = \frac{4E}{t_d^3} t^2 e^{-\frac{2}{t_d}t} \quad (4)$$

이들 제안된 모델들을 이용하면 소프트웨어 프로젝트의 일정한 시점에서의 투입된 노력과 총 개발노력을 산정할 수 있어 사업초기에 의사결정 자료로 활용이 가능하다.

소프트웨어 생명주기 전반에 걸쳐 투입된 총 노

력  $E$ 와 개발기간 (Duration)  $D$ 가 결정된 경우, 실제로 소프트웨어를 개발하는 각 세부단계인 요구사항 분석, 설계, 코딩, 시험과 유지보수의 각 단계별로 투입될 노력과 기간을 확정해야만 한다.

소프트웨어 생명주기의 각 단계별로 투입된 노력 할당에 관한 연구로는 Putnam[2]이 있다. Putnam[2]은 60-70년대에 개발된 150개 프로젝트에 대한 경험치를 적용하여 요구명세 (Requirement Specification) 단계에는 약 20% 까지 소요되며, 개발이 시작된 이후 프로젝트 개발 및 유지보수단계에서 소요된 총 개발노력을 100으로 보았을 때, 설계 및 코딩단계는 15%, 시험 및 검증단계는 20%, 변경, 유지보수와 확장 단계는 55%와 관리부분에 10%가 소요됨을 밝혔다. 이를 적용하는데는 다음과 같은 문제가 발생한다.

- (1) 이들 프로젝트들은 70년대까지 개발된 프로젝트의 사례들로 보다 복잡해지고 고 신뢰성을 요구하고 있는 90년대 이후 개발되고 있는 소프트웨어 프로젝트에 적용하는 데는 오차가 발생한다.
- (2) 소프트웨어의 프로젝트 규모, 복잡도, 운영환경 등의 차이로 인해 프로젝트에 소요되는 총 개발노력에 차이가 발생하며, 개발 각 단계별 투입되는 개발노력의 비율에도 큰 편차가 발생한다. 따라서, 프로젝트의 특성에 관계없이 일정하게 결정된 값을 적용하는데는 제한을 받는다.

### 3. 소프트웨어 규모별 총 개발노력과 개발기간

소프트웨어 생명주기의 각 단계별로 투입되는 노력과 기간을 할당하기 위해서는 먼저, 소프트웨어 프로젝트 개발에 투입될 총 노력과 개발기간을 결정하는 것이 필요하다. 신뢰성 있는 이들 정보들을 바탕으로 생명주기의 각 단계별로 투입될 노력과 기간을 설정해야만 최적의 결과를 얻을 수 있다. 따라서, 본 장에서는 소프트웨어 생명주기 전반에 걸쳐 투입되는 총 노력과 개발기간을 결정하는 기준을 제시한다.

ISBSG Benchmark Release 6[12]는 소프트웨어 기능을 사용자에게 양도하는 비율인 소프트웨어 인도율 (PDR, Project Delivery Rate)을 개발노력의

계수로 측정하였다. 즉, 소프트웨어의 규모인 기능점수  $FP$ 를 개발하는데 투입된 노력  $E$ 로 정의하였으며,  $\frac{E}{FP}$ 로 계산된다. 이는 기능점수  $FP$  1개를 개발하는데 소요되는 개발노력 (시간)이다. 소프트웨어 개발에 소요된 기간  $D$ 에 개발에 참여한 팀 규모  $TS$ 를 곱하면 이 측도는 프로젝트를 1명으로 수행한 총 개발기간이 되며, 개발비용을 산출할 수 있는 기준이 된다. 따라서, 최적의 개발노력과 개발기간을 선정하는 기준으로 이들 측도를 사용한다.

**평가측도 :** 프로젝트 인도를  $PDR$ 과 1명당 개발 총 소요기간을 이용한다.

최대의 생산성과 최소의 비용을 투입하여 성공적인 소프트웨어 개발을 위해서는, 생산성 측면에서 볼 때 기능점수  $FP$  1개를 개발하는데 소요되는 노력  $E$ 가 최소가 되어야 한다. 또한 비용 측면에서 볼 때, 1명으로 수행한 총 개발기간 (Duration per a Person,  $DP$ )이 작을수록 좋다. 즉, 다음 평가기준을 적용한다.

**평가기준 :** 소프트웨어 규모별로 프로젝트 인도를  $PDR$ 와 1명으로 수행한 총 개발기간  $DP$ 가 최소가 되는 기준으로 개발노력과 개발기간을 선정한다.

$PDR$ 과  $DP$ 의 값의 범위가 상호 차이가 발생하므로 동일한 범위로 변환시켜 비교해야만 하므로 정규화 시켜 범위를 동일하게 하는 것이 필요하다. 따라서,  $PDR$ 과  $DP$ 를 정규화 시킨  $NPDR$ 과  $NDP$ 를 구한다.  $NPDR$ 은 다음과 같이 구해진다.  $i$ 번째 프로젝트의  $PDR$ 을  $PDR_i$ 라하고,  $PDR$ 의 최대 값을  $PDR_{max}$ 라 하면,  $PDR_i$ 의 정규화된 값  $NPDR_i = PDR_i / PDR_{max}$ 가 된다.  $DP$ 에 대해서도 동일한 방법으로 정규화된 값인  $NDP$ 가 구해진다. 결론적으로, 소프트웨어 규모  $FP$ 별로  $NPDR$ ,  $NDP$ 를 합한 값이 가장 작은 값을 가진 프로젝트가 가장 이상적인 개발노력과 개발기간이 된다.

ISBSG Benchmark Release 6[12] 데이터베이스는

90년대에 다양한 나라에서 개발된 789개 프로젝트들에 대한 다양한 언어, 개발기법 및 적용분야 등을 갖고 있는 방대한 데이터베이스이다. 789개 프로젝트 데이터 중에  $PDR$ 과 1인당 총 개발기간을 계산하기 위해 필요한 데이터를 모두 갖고 있는 301개 프로젝트 데이터를 실험에 사용한다. 개발기간은 월 (Month) 단위로, 개발노력은 시간 (Time) 단위를 사용하고 있다. 위 평가기준에 따라 소프트웨어 규모별로 개발노력  $E$ 와 개발기간  $D$ 를 평가한 결과는 <표 1>에 제시되어 있다. 표에서 프로젝트 규모별로 순위가 1인 개발팀 규모, 개발노력과 개발기간이 최적의 기준이 된다. 프로젝트 관리측면에서 차 순위의 기준도 적용이 가능하다.

#### 4. 개발단계별 노력 할당

3장에서는 소프트웨어 규모별로 소프트웨어 생명주기 전체에 소요되는 최적의 개발팀 규모, 개발기간과 개발노력에 대한 기준을 제시하였다. 이들 제시된 정보를 바탕으로 소프트웨어 생명주기 전체에 대해 필요한 정보를 활용이 가능하다. 그러나 개발 세부단계별로 이들 정보를 어떻게 할당할 것인가가 문제로 대두된다. ISBSG Benchmark Release 6[12] 데이터베이스 프로젝트들은 계획단계 (Planning Phase), 명세단계 (Specifying Phase), 구축단계 (Building Phase), 시험단계 (Testing Phase)와 이행단계 (Implementing Phase)로 구분하여 각 단계별로 소요된 개발노력 정보를 갖고 있다.

계획단계는 실행가능성 고찰 (Feasibility Study), 비용 효과 분석 (Cost Benefit Analysis)과 프로젝트 착수 (Project Initiation) 등을 고려하는 단계이며, 명세 단계에서는 시스템 분석 (System Analysis), 기능적 설계 (Functional Design), 외부 설계 (External Design), 요구사항 정의 (Requirements Definition)와 패키지 선택 (Package Selection) 등의 업무를 수행한다. 구축단계는 물리적 설계 (Physical Design), 내부 설계 (Internal Design), 코딩 (Coding) 또는 프로그래밍 (Programming), 인터페이스 (Interface) 등의 업무를 수행하는 단계이다.

<표 1> 프로젝트 크기에 따른 최적의 팀 규모와 기간  
 <Table 1> Optimal team size and duration according to the project size

| FP       | 구분 | 개발기간(월) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|----------|----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
|          |    | 1-3     | 4-6    | 7-9    | 10-12  | 13-15  | 16-18  | 19-21  | 22-24  | 25-27  | 28-30  | 31-33 | 34-36  | 37-48 | 49-60 | 61-72  | 73-84 |
| 1-100    | 결과 | 0.0027  | 0.0437 | 0.0853 | 0.1645 |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | 순위 | 1       | 2      | 3      | 4      |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | TS | 2       | 2      | 5      | 3      |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | E  | 17      | 318    | 281    | 1106   |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | D  | 1       | 4      | 7      | 11     |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
| 101-200  | 결과 | 0.0039  | 0.0245 | 0.0968 |        | 0.1269 |        |        |        |        |        |       |        |       |       | 0.0776 |       |
|          | 순위 | 1       | 2      | 4      |        | 5      |        |        |        |        |        |       |        |       |       | 3      |       |
|          | TS | 1       | 2      | 2      |        | 2      |        |        |        |        |        |       |        |       |       | 8      |       |
|          | E  | 30      | 183    | 759    |        | 1073   |        |        |        |        |        |       |        |       |       | 262    |       |
|          | D  | 1       | 5      | 7      |        | 13     |        |        |        |        |        |       |        |       |       | 45     |       |
| 201-300  | 결과 | 0.0120  | 0.0108 | 0.0355 | 0.0356 |        |        |        |        | 0.1458 |        |       |        |       |       | 0.5524 |       |
|          | 순위 | 2       | 1      | 3      | 4      |        |        |        |        | 5      |        |       |        |       |       | 6      |       |
|          | TS | 1       | 1      | 2      | 2      |        |        |        |        | 2      |        |       |        |       |       | 8      |       |
|          | E  | 190     | 191    | 560    | 601    |        |        |        |        | 2680   |        |       |        |       |       | 8111   |       |
|          | D  | 3       | 5      | 7      | 10     |        |        |        |        | 26     |        |       |        |       |       | 36     |       |
| 301-400  | 결과 | 0.0120  | 0.0239 | 0.0186 | 0.0323 | 0.0315 |        |        |        | 0.3618 |        |       |        |       |       | 0.0512 |       |
|          | 순위 | 1       | 3      | 2      | 5      | 4      |        |        |        | 6      |        |       |        |       |       | 7      |       |
|          | TS | 6       | 3      | 3      | 4      | 2      |        |        |        | 15     |        |       |        |       |       | 2      |       |
|          | E  | 269     | 548    | 375    | 665    | 763    |        |        |        | 8492   |        |       |        |       |       | 1177   |       |
|          | D  | 2       | 4      | 8      | 11     | 15     |        |        |        | 24     |        |       |        |       |       | 39     |       |
| 401-500  | 결과 |         | 0.0343 | 0.0465 | 0.0655 | 0.0291 | 0.0860 |        |        | 0.2975 |        |       |        |       |       |        |       |
|          | 순위 |         | 2      | 3      | 4      | 1      | 5      |        |        | 6      |        |       |        |       |       |        |       |
|          | TS |         | 2      | 5      | 4      | 2      | 4      |        |        | 7      |        |       |        |       |       |        |       |
|          | E  |         | 1058   | 1507   | 1989   | 803    | 2910   |        |        | 10613  |        |       |        |       |       |        |       |
|          | D  |         | 6      | 9      | 12     | 13     | 18     |        |        | 24     |        |       |        |       |       |        |       |
| 501-600  | 결과 |         | 0.0203 |        | 0.1441 | 0.2541 | 0.1039 |        |        |        |        |       | 0.1518 |       |       |        |       |
|          | 순위 |         | 1      |        | 3      | 5      | 2      |        |        |        |        |       | 4      |       |       |        |       |
|          | TS |         | 4      |        | 25     | 8      | 7      |        |        |        |        |       | 6      |       |       |        |       |
|          | E  |         | 784    |        | 4941   | 9296   | 3700   |        |        |        |        |       | 4955   |       |       |        |       |
|          | D  |         | 5      |        | 10     | 14     | 18     |        |        |        |        |       | 30     |       |       |        |       |
| 601-700  | 결과 | 0.0211  |        | 0.0507 | 0.2226 | 0.0201 | 0.1253 |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | 순위 | 2       |        | 3      | 5      | 1      | 4      |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | TS | 4       |        | 6      | 20     | 3      | 11     |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | E  | 918     |        | 2360   | 9653   | 752    | 4568   |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
|          | D  | 3       |        | 8      | 11     | 13     | 18     |        |        |        |        |       |        |       |       |        |       |
| 701-800  | 결과 |         |        | 0.0587 | 0.0803 | 0.0871 | 0.0244 |        | 0.0615 | 0.0669 |        |       |        |       |       |        |       |
|          | 순위 |         |        | 2      | 5      | 6      | 1      |        | 3      | 4      |        |       |        |       |       |        |       |
|          | TS |         |        | 4      | 5      | 4      | 3      |        | 2      | 3      |        |       |        |       |       |        |       |
|          | E  |         |        | 3214   | 4500   | 4630   | 943    |        | 3291   | 3377   |        |       |        |       |       |        |       |
|          | D  |         |        | 7      | 11     | 15     | 18     |        | 24     | 26     |        |       |        |       |       |        |       |
| 801-900  | 결과 |         | 0.0325 | 0.0132 | 0.0805 | 0.1850 | 0.0514 | 0.1368 |        |        |        |       |        |       |       | 0.1020 |       |
|          | 순위 |         | 2      | 1      | 4      | 7      | 3      | 6      |        |        |        |       |        |       |       | 5      |       |
|          | TS |         | 2      | 2      | 3      | 7      | 3      | 6      |        |        |        |       |        |       |       | 3      |       |
|          | E  |         | 2078   | 780    | 4846   | 11045  | 2878   | 8076   |        |        |        |       |        |       |       | 5400   |       |
|          | D  |         | 6      | 7      | 11     | 13     | 18     | 20     |        |        |        |       |        |       |       | 42     |       |
| 901-1000 | 결과 |         | 0.0207 |        | 0.1380 |        |        |        |        | 0.4496 | 0.0697 |       |        |       |       |        |       |
|          | 순위 |         | 1      |        | 3      |        |        |        |        | 4      | 2      |       |        |       |       |        |       |
|          | TS |         | 4      |        | 10     |        |        |        |        | 17     | 5      |       |        |       |       |        |       |
|          | E  |         | 1413   |        | 8912   |        |        |        |        | 29600  | 3625   |       |        |       |       |        |       |
|          | D  |         | 4      |        | 11     |        |        |        |        | 27     | 30     |       |        |       |       |        |       |

<표 1> 프로젝트 크기에 따른 최적의 팀 규모와 기간(계속)  
 <Table 1> Optimal team size and duration according to the project size

| FP        | 구분 | 개발기간(월) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
|-----------|----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           |    | 1-3     | 4-6    | 7-9    | 10-12  | 13-15  | 16-18  | 19-21  | 22-24  | 25-27  | 28-30  | 31-33 | 34-36  | 37-48  | 49-60  | 61-72  | 73-84  |
| 1001-1200 | 결과 |         | 0.0227 | 0.0204 | 0.0513 | 0.0777 | 0.1531 |        |        | 0.1132 |        |       |        |        |        |        |        |
|           | 순위 |         | 2      | 1      | 3      | 4      | 6      |        |        | 5      |        |       |        |        |        |        |        |
|           | TS |         | 5      | 3      | 4      | 2      | 11     |        |        | 3      |        |       |        |        |        |        |        |
|           | E  |         | 1774   | 1339   | 3504   | 6824   | 10770  |        |        | 8049   |        |       |        |        |        |        |        |
|           | D  |         | 4      | 8      | 12     | 15     | 16     |        |        | 25     |        |       |        |        |        |        |        |
| 1201-1400 | 결과 |         | 0.0139 | 0.0207 | 0.0364 | 0.0545 | 0.0654 |        |        | 0.0824 |        |       |        |        | 0.8736 |        |        |
|           | 순위 |         | 2      | 1      | 3      | 4      | 5      |        |        | 6      |        |       |        |        | 7      |        |        |
|           | TS |         | 3      | 2      | 4      | 4      | 5      |        |        | 3      |        |       |        |        | 32     |        |        |
|           | E  |         | 1200   | 833    | 3193   | 4618   | 5624   |        |        | 7505   |        |       |        |        | 66600  |        |        |
|           | D  |         | 5      | 8      | 11     | 14     | 18     |        |        | 26     |        |       |        |        | 38     |        |        |
| 1401-1600 | 결과 |         | 0.0555 |        | 0.2409 |        |        |        | 0.1744 | 0.0687 | 0.2403 |       |        |        |        |        |        |
|           | 순위 |         | 2      |        | 5      |        |        |        | 4      | 3      | 6      |       |        |        |        |        |        |
|           | TS |         | 7      |        | 23     |        |        |        | 5      | 3      | 11     |       |        |        |        |        |        |
|           | E  |         | 6020   |        | 22837  |        |        |        | 17219  | 6972   | 23491  |       |        |        |        |        |        |
|           | D  |         | 4      |        | 12     |        |        |        | 23     | 27     | 28     |       |        |        |        |        |        |
| 1601-1800 | 결과 |         |        | 0.0703 |        |        | 0.0753 |        |        |        |        |       |        |        | 0.1659 | 0.0815 |        |
|           | 순위 |         |        | 2      |        |        | 3      |        |        |        |        |       |        |        | 5      | 4      |        |
|           | TS |         |        | 5      |        |        | 7      |        |        |        |        |       |        |        | 7      | 11     |        |
|           | E  |         |        | 8549   |        |        | 7816   |        |        |        |        |       |        |        | 16357  | 404    |        |
|           | D  |         |        | 8      |        |        | 16     |        |        |        |        |       |        |        | 38     | 50     |        |
| 1801-2000 | 결과 |         |        | 0.1070 | 0.0571 |        | 0.2926 |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
|           | 순위 |         |        | 3      | 2      |        | 4      |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
|           | TS |         |        | 20     | 11     |        | 25     |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
|           | E  |         |        | 13401  | 6068   |        | 33140  |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
|           | D  |         |        | 7      | 10     |        | 16     |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
| 2001-3000 | 결과 |         |        | 0.1118 | 0.0620 | 1.1896 | 0.1192 | 0.3478 | 0.1218 |        |        |       |        |        | 0.0323 |        |        |
|           | 순위 |         |        | 3      | 2      | 7      | 4      | 6      | 5      |        |        |       |        |        | 1      |        |        |
|           | TS |         |        | 5      | 8      | 468    | 13     | 55     | 8      |        |        |       |        |        | 3      |        |        |
|           | E  |         |        | 16502  | 9834   | 32112  | 16514  | 37740  | 21625  |        |        |       |        |        | 2400   |        |        |
|           | D  |         |        | 9      | 11     | 15     | 16     | 21     | 24     |        |        |       |        |        | 42     |        |        |
| 3001-4000 | 결과 |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 0.2105 | 0.2372 |        |        |        |
|           | 순위 |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 2      | 3      |        |        |        |
|           | TS |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 15     | 8      |        |        |        |
|           | E  |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 33028  | 49034  |        |        |        |
|           | D  |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 36     | 42     |        |        |        |
| 4001-5000 | 결과 |         |        |        |        | 0.3701 | 0.2884 |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 0.5454 |
|           | 순위 |         |        |        |        | 1      | 2      |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 3      |
|           | TS |         |        |        |        | 12     | 50     |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 24     |
|           | E  |         |        |        |        | 2408   | 59809  |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 106480 |
|           | D  |         |        |        |        | 15     | 16     |        |        |        |        |       |        |        |        |        | 78     |
| 5001 이상   | 결과 |         |        |        |        |        |        |        |        | 0.1628 |        |       |        | 0.0697 | 0.1069 |        |        |
|           | 순위 |         |        |        |        |        |        |        |        | 3      |        |       |        | 1      | 2      |        |        |
|           | TS |         |        |        |        |        |        |        |        | 10     |        |       |        | 8      | 8      |        |        |
|           | E  |         |        |        |        |        |        |        |        | 55960  |        |       |        | 21014  | 36286  |        |        |
|           | D  |         |        |        |        |        |        |        |        | 27     |        |       |        | 37     | 52     |        |        |

시험단계는 통합시험 (Integration Testing)과 사용자 수락시험 (User Acceptance Testing)을 수행하는 단계이며, 이행단계는 이행 (Implementation), 설치 (Installation)와 사용자 훈련 (User Training)을 수행하는 단계이다. 이들 단계를 Putnam[2]이 제시한 단계와 비교하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 개발 단계의 비교

<Table 2> Comparison of development phase

| 구분           | Putnam[2] | ISBSG Benchmark Release 6[12] |
|--------------|-----------|-------------------------------|
| 개발 단계        | 요구명세      | 계획                            |
|              |           | 명세                            |
|              | 설계        | 구축                            |
|              |           |                               |
|              | 시험 및 검증   | 시험                            |
|              | -         | 이행                            |
| 변경, 유지보수, 확장 | -         |                               |

계획단계를 P, 명세단계를 S, 구축단계를 B, 시험단계를 T, 이행단계를 I라 하자. 따라서 계획단계부터 이행단계까지 모두 수행한 프로젝트를 P-S-B-T-I 수행 프로젝트라 칭하자. 프로젝트별로 P-S-B-T-I 단계를 모두 수행하지 않고 특정 단계만을 수행한 프로젝트들이 다수 있다. 따라서, P-S-B-T-I 단계를 모두 수행한 프로젝트를  $P_{PSBTI}$ , S-B-T-I 단계만을 수행한 프로젝트를  $P_{SBTI}$ , P-S-B-T 단계만을 수행한 프로젝트를  $P_{PSBT}$ , S-B-T 단계만을 수행한 프로젝트를  $P_{SBT}$ , B-T-I 단계만을 수행한 프로젝트를  $P_{BTI}$ 라 하자. ISBSG Benchmark Release 6[12]의 789개 프로젝트들 중에서  $P_{PSBTI}$ 는 74건,  $P_{SBTI}$ 는 17건,  $P_{PSBT}$ 는 24건,  $P_{SBT}$ 는 9건,  $P_{BTI}$ 는 59건이다.

P-S-B-T-I 단계 수행 프로젝트에 대한 소프트웨어 규모인 기능점수 FP 범위별로 단계별 개발노력 할당 비율은 <표 3>에 제시되어 있다.

<표 3> P-S-B-T-I 프로젝트의 노력 할당

<Table 3> Effort allocation of P-S-B-T-I project

| FP        | 표본수 | 노력 할당 비율 (%) |        |        |        |        |
|-----------|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|
|           |     | 계획 (P)       | 명세 (S) | 구축 (B) | 시험 (T) | 이행 (I) |
| 1- 100    | 14  | 9.90         | 26.25  | 38.98  | 15.58  | 9.29   |
| 101- 200  | 16  | 6.90         | 23.33  | 39.87  | 16.25  | 13.65  |
| 201- 300  | 15  | 6.45         | 20.67  | 42.34  | 21.17  | 9.37   |
| 301- 400  | 11  | 11.74        | 21.03  | 41.37  | 16.78  | 9.07   |
| 401- 500  | 6   | 7.52         | 23.86  | 52.00  | 12.58  | 4.05   |
| 501- 600  | 2   | 8.29         | 10.20  | 40.43  | 28.95  | 12.12  |
| 601- 700  | 1   | 19.13        | 8.74   | 60.00  | 7.43   | 4.70   |
| 701- 800  | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 801- 900  | 1   | 9.54         | 32.16  | 50.61  | 5.90   | 1.79   |
| 901-1000  | 1   | 23.24        | 14.32  | 22.43  | 36.22  | 3.78   |
| 1001-1200 | 2   | 2.15         | 10.37  | 5.86   | 18.54  | 63.09  |
| 1201-1400 | 2   | 15.07        | 14.29  | 39.94  | 15.96  | 14.74  |
| 1401-1600 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 1601-1800 | 1   | 5.77         | 16.73  | 57.89  | 7.93   | 11.68  |
| 1801-2000 | 1   | 1.56         | 17.66  | 43.41  | 8.56   | 28.81  |
| 2001-3000 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 3001-4000 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 4001-5000 | 1   | 0.14         | 19.28  | 40.90  | 28.90  | 10.78  |
| 평균        |     | 6.72         | 19.56  | 40.42  | 20.38  | 12.91  |

표에서, 제시된 단계별 개발노력 할당 비율은 해당 소프트웨어 규모인 FP 범위에 있는 표본들에 대해 평균값을 취하였다. 이후 모든 결과는 이 방법을 적용하였다. <표 4>는 S-B-T-I 단계 수행 프로젝트로서  $P_{PSBTI}$ 의 74건에 대해 S-B-T-I 단계에 투입된 개발노력 데이터와  $P_{SBTI}$  17건을 합한 91건으로 단계별 노력 할당 비율이 계산되었다.

<표 4> S-B-T-I 프로젝트의 노력 할당

<Table 4> Effort allocation of S-B-T-I project

| FP        | 표본수 | 노력 할당 비율 (%) |        |        |        |        |
|-----------|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|
|           |     | 계획 (P)       | 명세 (S) | 구축 (B) | 시험 (T) | 이행 (I) |
| 1- 100    | 17  | -            | 29.30  | 42.95  | 17.47  | 10.28  |
| 101- 200  | 21  | -            | 23.12  | 43.23  | 21.37  | 12.28  |
| 201- 300  | 17  | -            | 20.98  | 48.32  | 22.59  | 8.11   |
| 301- 400  | 12  | -            | 23.50  | 47.93  | 18.56  | 10.02  |
| 401- 500  | 6   | -            | 25.80  | 56.23  | 13.60  | 4.37   |
| 501- 600  | 4   | -            | 25.66  | 57.39  | 13.51  | 3.43   |
| 601- 700  | 1   | -            | 10.81  | 74.19  | 9.19   | 5.81   |
| 701- 800  | 1   | -            | 26.33  | 60.51  | 10.92  | 2.23   |
| 801- 900  | 1   | -            | 35.55  | 55.94  | 6.52   | 1.98   |
| 901-1000  | 1   | -            | 18.66  | 29.23  | 47.18  | 4.93   |
| 1001-1200 | 2   | -            | 10.60  | 5.99   | 18.94  | 64.47  |
| 1201-1400 | 4   | -            | 30.30  | 41.30  | 16.84  | 11.56  |
| 1401-1600 | 1   | -            | 17.76  | 61.44  | 8.41   | 12.39  |
| 1601-1800 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 1801-2000 | 1   | -            | 17.94  | 44.10  | 8.69   | 29.27  |
| 2001-3000 | 2   | -            | 33.26  | 47.27  | 14.06  | 5.41   |
| 3001-4000 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 4001-5000 | 1   | -            | 19.30  | 40.96  | 28.94  | 10.80  |
| 평균        | -   | -            | 22.63  | 44.26  | 20.98  | 12.31  |

<표 5> P-S-B-T 프로젝트의 노력 할당

<Table 5> Effort allocation of P-S-B-T project

| FP        | 표본수 | 노력 할당 비율 (%) |        |        |        |        |
|-----------|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|
|           |     | 계획 (P)       | 명세 (S) | 구축 (B) | 시험 (T) | 이행 (I) |
| 1- 100    | 19  | 9.90         | 26.01  | 48.95  | 15.15  | -      |
| 101- 200  | 22  | 7.49         | 25.75  | 46.76  | 20.00  | -      |
| 201- 300  | 16  | 8.74         | 22.72  | 44.95  | 23.59  | -      |
| 301- 400  | 12  | 12.09        | 22.18  | 46.93  | 18.80  | -      |
| 401- 500  | 7   | 9.50         | 23.25  | 52.31  | 14.95  | -      |
| 501- 600  | 5   | 6.31         | 17.96  | 53.66  | 22.06  | -      |
| 601- 700  | 1   | 20.07        | 9.17   | 62.96  | 7.80   | -      |
| 701- 800  | 1   | 2.22         | 11.11  | 60.00  | 26.67  | -      |
| 801- 900  | 1   | 9.71         | 32.75  | 51.53  | 6.01   | -      |
| 901-1000  | 1   | 24.16        | 14.89  | 23.31  | 37.64  | -      |
| 1001-1200 | 3   | 8.23         | 16.72  | 47.40  | 27.64  | -      |
| 1201-1400 | 3   | 19.91        | 13.24  | 49.49  | 17.36  | -      |
| 1401-1600 | 2   | 7.31         | 20.57  | 52.00  | 20.13  | -      |
| 1601-1800 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 1801-2000 | 2   | 4.39         | 37.08  | 52.44  | 6.09   | -      |
| 2001-3000 | 2   | 14.25        | 18.63  | 55.36  | 11.76  | -      |
| 3001-4000 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 4001-5000 | 1   | 0.15         | 21.61  | 45.85  | 32.40  | -      |
| 평균        | -   | 8.45         | 22.00  | 48.22  | 21.32  | -      |

<표 5>는 P-S-B-T 개발단계 수행 프로젝트로  $P_{PSBTI}$ 의 74건에 대한 P-S-B-T 단계에 투입된 개발노력 데이터와  $P_{PSBT}$  24건을 합한 98건으로 단계별 노력 할당 비율이 계산되었다.

<표 6>은 S-B-T 개발단계 수행 프로젝트로  $P_{PSBTI}$ 의 74건에 대한 S-B-T 단계에 투입된 개발노력 데이터,  $P_{SBTI}$  17건에 대한 S-B-T 단계에 투입된 개발노력 데이터,  $P_{PSBT}$  24건에 대한 S-B-T 단계에 투입된 개발노력 데이터와  $P_{SBT}$  9건을 합한 124건으로 단계별 노력 할당 비율이 계산되었다.



<표 6> S-B-T 프로젝트의 노력할당

<Table 6> Effort allocation of S-B-T project

| FP        | 표본수 | 노력 할당 비율 (%) |        |        |        |        |
|-----------|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|
|           |     | 계획 (P)       | 명세 (S) | 구축 (B) | 시험 (T) | 이행 (I) |
| 1- 100    | 24  | -            | 28.07  | 53.07  | 18.86  | -      |
| 101- 200  | 29  | -            | 25.95  | 50.54  | 23.52  | -      |
| 201- 300  | 18  | -            | 25.02  | 50.67  | 24.30  | -      |
| 301- 400  | 17  | -            | 28.92  | 50.39  | 20.70  | -      |
| 401- 500  | 8   | -            | 25.00  | 58.44  | 16.56  | -      |
| 501- 600  | 7   | -            | 19.56  | 59.45  | 20.99  | -      |
| 601- 700  | 1   | -            | 11.48  | 78.77  | 9.76   | -      |
| 701- 800  | 2   | -            | 20.05  | 61.66  | 18.29  | -      |
| 801- 900  | 1   | -            | 36.27  | 57.08  | 6.65   | -      |
| 901-1000  | 1   | -            | 19.63  | 30.74  | 49.63  | -      |
| 1001-1200 | 4   | -            | 20.13  | 50.90  | 28.97  | -      |
| 1201-1400 | 4   | -            | 6.13   | 75.06  | 18.81  | -      |
| 1401-1600 | 2   | -            | 22.19  | 56.10  | 21.71  | -      |
| 1601-1800 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 1801-2000 | 2   | -            | 38.78  | 54.85  | 6.37   | -      |
| 2001-3000 | 3   | -            | 31.31  | 42.15  | 26.54  | -      |
| 3001-4000 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 4001-5000 | 1   | -            | 21.64  | 45.92  | 32.44  | -      |
| 평균        | -   | -            | 24.94  | 51.38  | 23.68  | -      |

<표 7>은 B-T-I 개발단계 수행 프로젝트로  $P_{PSBTI}$ 의 74건에 대한 B-T-I 단계에 투입된 개발 노력 데이터,  $P_{SBTI}$  17건에 대한 B-T-I 단계에 투입된 개발노력 데이터와  $P_{BTI}$  59건을 합한 150건으로 단계별 노력 할당 비율이 계산되었다.

개발될 프로젝트의 규모, 개발노력과 개발기간이 결정되면, 적용 대상인 개발단계 결정 결과에 따라 해당 개발단계에 대한 위의 기준을 참조하여 개발 각 단계별로 소프트웨어 규모별 최적의 개발노력 할당 비율을 적용할 수 있다.

<표 7> B-T-I 프로젝트의 노력할당

<Table 7> Effort allocation of B-T-I project

| FP        | 표본수 | 노력 할당 비율 (%) |        |        |        |        |
|-----------|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|
|           |     | 계획 (P)       | 명세 (S) | 구축 (B) | 시험 (T) | 이행 (I) |
| 1- 100    | 18  | -            | -      | 57.67  | 24.29  | 18.04  |
| 101- 200  | 25  | -            | -      | 47.95  | 28.62  | 23.44  |
| 201- 300  | 20  | -            | -      | 44.33  | 25.36  | 30.32  |
| 301- 400  | 18  | -            | -      | 30.24  | 28.73  | 41.03  |
| 401- 500  | 10  | -            | -      | 48.59  | 12.02  | 39.39  |
| 501- 600  | 7   | -            | -      | 43.84  | 22.66  | 33.50  |
| 601- 700  | 2   | -            | -      | 70.35  | 8.95   | 20.71  |
| 701- 800  | 5   | -            | -      | 19.90  | 24.06  | 56.03  |
| 801- 900  | 3   | -            | -      | 38.97  | 9.78   | 51.26  |
| 901-1000  | 2   | -            | -      | 29.46  | 39.10  | 31.44  |
| 1001-1200 | 2   | -            | -      | 6.70   | 21.19  | 72.11  |
| 1201-1400 | 3   | -            | -      | 57.50  | 23.99  | 18.51  |
| 1401-1600 | 2   | -            | -      | 28.40  | 18.99  | 52.61  |
| 1601-1800 | 1   | -            | -      | 36.08  | 11.45  | 52.47  |
| 1801-2000 | 1   | -            | -      | 53.74  | 10.59  | 35.67  |
| 2001-3000 | -   | -            | -      | -      | -      | -      |
| 3001-4000 | 2   | -            | -      | 26.02  | 11.51  | 62.47  |
| 4001-5000 | 1   | -            | -      | 50.76  | 35.86  | 13.38  |
| 평균        | -   | -            | -      | 38.66  | 22.77  | 38.57  |

P-S-B-T-I, P-S-B-T, S-B-T-I, S-B-T와 B-T-I 개발 단계를 수행한 프로젝트들의 단계별 노력할당에 대한 평균값을 <표 8>에 제시하였다.

<표 8> 개발단계에서 노력할당의 평균 값

<Table 8> Average value of effort allocation in development phase

| 개발단계 적용 프로젝트 | 노력 할당 비율 (%) |        |        |        |        | 표본수   |     |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
|              | 계획 (P)       | 명세 (S) | 구축 (B) | 시험 (T) | 이행 (I) |       |     |
| ISBSG        | P-S-B-T-I    | 6.72   | 19.56  | 40.42  | 20.38  | 12.91 | 74  |
|              | S-B-T-I      | -      | 22.63  | 44.26  | 20.98  | 12.13 | 91  |
|              | P-S-B-T      | 8.45   | 22.00  | 48.22  | 21.32  | -     | 98  |
|              | S-B-T        | -      | 24.94  | 51.38  | 23.68  | -     | 124 |
|              | B-T-I        | -      | -      | 38.66  | 22.77  | 38.57 | 122 |
| Putnam[2]    | -            | 20.00  | 15.00  | 20.00  | -      | 150   |     |

Putnam[2]이 제시한 단계별 노력할당 비율과 비교하여 보자. Putnam[2]은 요구명세 단계에는 약 20% 까지 소요된다고 제시하였다. 이에 대해 ISBSG Benchmark Release 6[12] 데이터베이스 프로젝트들은 P-S-B-T-I 수행 프로젝트들은 P-S-B-T 수행 프로젝트에 포함되며, S-B-T-I 수행 프로젝트는 S-B-T 수행 프로젝트에 포함되므로 P-S-B-T와 S-B-T 수행 프로젝트를 대상으로 요구명세단계에 소요되는 개발 노력을 비교하여 보자. P-S-B-T 프로젝트는 30.45% (8.45% + 22.00%), S-B-T 프로젝트는 24.94%의 노력이 할당되어 Putnam[2]의 결과보다 많은 노력이 필요함을 알 수 있다.

Putnam[2]은 개발이 시작된 이후 프로젝트 개발 및 유지보수단계에서 소요된 총 개발노력을 100으로 보았을 때, 설계 및 코딩단계는 15%, 시험 및 검증 단계는 20%의 노력이 투입됨을 제시하였다. 구축과 시험단계를 비교하기 위해, ISBSG Benchmark Release 6[12] 데이터베이스 프로젝트들 중 P-S-B-T-I, S-B-T-I와 P-S-B-T 수행 프로젝트들은 S-B-T 수행 프로젝트 데이터에 포함되어 있으며, P-S-B-T-I, S-B-T-I 수행 프로젝트들은 B-T-I 수행 프로젝트들에 포함되어 있다. 따라서, S-B-T와 B-T-I 프로젝트 데이터를 기준으로 비교한다. S-B-T 프로젝트는 51.38%, B-T-I 프로젝트는 38.66%로 월등히 많은 노력이 구축단계에 필요함을 알 수 있다. 시험 단계는 S-B-T 프로젝트, B-T-I 프로젝트와 Putnam[2]의 결과가 유사한 것을 알 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구과제

기존 소프트웨어 개발노력과 비용 추정 모델들은 소프트웨어의 코딩 단계 또는 개발 초기 단계에서 소프트웨어 개발에 투입되는 총 개발노력과 비용, 시간당 투입되는 노력의 합수만을 추정하였으며, 개발 각 단계별로 투입되는 개발노력의 비율을 개발노력의 양에 상관없이 일정한 값으로 제시하였다. 그러나, 프로젝트의 특징, 규모, 복잡도와 운영환경 등의 요인에 의해 프로젝트별로 다르게 투입되는 총 개발노력의 양에 따라 개발 단계별 투입될 개발노력의 비율이 달라진다. 또한 개발 각 단계는 분리되어 순차적으로 진행되지 않고, 중첩되어 진행되므로, 단

위시간당 투입되는 노력 데이터만을 갖고 있는 경우, 각 단계별로 노력을 적절히 할당할 수 없다. 따라서, 기존 제안된 모델을 이용해 프로젝트 개발에 소요되는 총 개발노력을 추정하더라도 실제로 소프트웨어를 개발하는 과정에서 각 단계별로 노력을 얼마나 할당하느냐에 따라 개발의 성공 여부가 결정될 수 있는 문제점이 있었다.

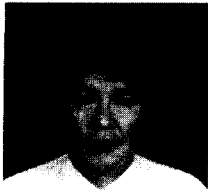
본 논문은 소프트웨어 개발과정에서 추정된 총 개발노력의 규모에 따라 개발 각 단계별로 어느 정도의 비율로 할당하는 것이 최적이냐에 대한 기준을 제시하였다. 먼저, 90년대에 개발된 301개 프로젝트 데이터를 대상으로 생산성과 비용 측면의 평가측도를 도입하여 프로젝트 규모별로 최적의 개발팀 규모, 개발에 투입될 총 개발노력과 개발기간을 결정할 수 있는 기준을 제시하였다. 이어서, 총 개발 노력 정보를 기반으로 계획 (P), 요구명세 (S), 구축 (B), 시험 (T)과 이행 (I) 단계에 대해 프로젝트별로 수행된 단계들을 그룹화 하였다. 그룹화 결과 P-S-B-T-I, P-S-B-T, S-B-T-I, S-B-T와 B-T-I 단계를 수행한 프로젝트들로 구분이 되었으며, 183종의 프로젝트를 대상으로 이들 다른 프로젝트들 별로 개발단계별 할당된 노력을 제시하였다. 할당된 노력들은 프로젝트 규모별로 차이가 발생하였다. 또한, 다른 개발단계를 수행한 프로젝트들에 대해 평균한 값을 비교시, 시험단계를 제외하고 요구명세와 구축단계는 Putnam[2]이 제시한 할당된 노력보다 월등히 많은 노력이 필요함을 알 수 있었다.

본 논문에서는 프로젝트 규모별로 프로젝트의 총 개발노력의 변동에 따른 개발단계별로 투입되는 개발노력을 추정하는 모델을 제시하였다. 그러나, 프로젝트의 적용분야, 개발 형태, 사용 언어와 운영 형태 등에 따라라도 단계별로 투입되는 개발노력의 비율이 영향을 받을 수 있다. 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] L. H. Putnam, "A General Empirical Solution to the Macro Software Sizing and Estimating Problem," IEEE Trans. on Software Eng., Vol. SE-4, No. 4, 1978.
- [3] B. W. Boehm, "Software Engineering Economics," Prentice Hall, 1981.
- [4] B. W. Boehm, "Software Engineering Economics," IEEE Trans. on Software Eng., Vol. 10, No. 1, pp. 7-19, 1984.
- [5] 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.
- [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] A. J. Albrecht, "Measuring Application Development Productivity," in Programming Productivity : Issues for the Eighties, C. Jones, ed. Washington, DC : IEEE Computer Society Press, 1981.
- [8] C. F. Kemerer, "An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models," Communication ACM, Vol. 30, No. 5, pp. 416-429, 1987.
- [9] P. V. Norden, "Curve Fitting for a Model of Applied Research and Development Scheduling," IBM J. Research and Development, Vol. 3, No. 2, pp. 232-248, 1958.
- [10] P. V. Norden, "Project Life Cycle Modeling : Background and Application of the Life Cycle Curves," U. S. Army Computer System Command, 1977.
- [11] K. Pillai and V. S. Sukumaran Nair, "A Model for Software Development Effort and Cost Estimation," IEEE Trans. on Software Eng., Vol. 23, No. 8, pp. 485-497, 1997.
- [12] ISBSG, "Worldwide Software Development - The Benchmark Release 6," Victoria, Australia International Software Benchmarking Standards Group, 2000. Can be ordered at <http://www.isbsg.org.au>

박 재 흥



1973년 ~ 1978년 충북대학교  
수학교육과 학사  
1978년 ~ 1980년 중앙대학교  
전산학과 석사  
1985년 ~ 1988년 중앙대학교  
전산학과 박사  
1983년 ~ 현재 경상대학교  
컴퓨터과학과 교수, 컴퓨  
터정보통신연구원  
관심분야 : 소프트웨어 신뢰  
성, 시험도구 자동화, 시스  
템 분석 및 설계, 신경망

노 명 옥



1989년 경상대학교 전산통계  
학과 학사  
1996년 고려대학교 교육대학  
원 전산교육전공 석사  
2001년 현재 경상대학교 대학  
원 컴퓨터과학과 박사과정  
1989년 ~ 현재 산청여자고등  
학교 교사  
관심분야 : 소프트웨어공학,  
정보통신

하 석 운



1979년 부산대학교 전자공학  
과 학사  
1981년 부산대학교 전자공학  
과 석사  
1995년 부산대학교 전자공학  
과 박사  
2002년 현 경상대학교 컴퓨  
터과학과 부교수  
컴퓨터정보통신연구소, 공  
학연구원 연구원  
관심분야 : 컴퓨터비전, 영상  
처리, 영상검색, 신경망