

## 소프트웨어 프로젝트 의사결정 지원을 위한 몬테카를로 시뮬레이션의 활용\*

한혁수\*\* · 김초이\*\*\*

### Applying Monte Carlo Simulation for Supporting Decision Makings in Software Projects\*

Hyuk-Soo Han\*\* · Cho-Yi Kim\*\*\*

#### ■ Abstract ■

There are many occasions on which the critical decisions should be made in software projects. Those decisions are basically related to estimating and predicting project parameters such as costs, efforts, and duration. The project managers are looking for methods to make better decisions. The decisions about project parameters are recommended to be performed based on historical data of similar projects.

The measures of the tasks in past projects may have different shapes of distributions, we need to add those measures to get a predicted project measures. To add measures with different shapes of distribution, we need to use Monte Carlo simulation.

In this paper, we suggest applying Monte Carlo simulation for supporting decision makings in software project. We implemented best-fit case and scheduling estimations with Cristal Ball, a commercial product of Monte Carlo simulation and showed how the suggested approach supports those critical decision makings.

Keyword : SW Project Decision, Montecarlo Simulation, WBS, PERT/CPM, Optimization

### 1. 서론

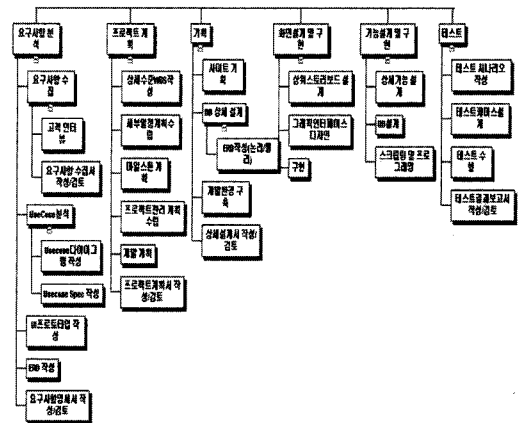
소프트웨어 프로젝트의 목표는 제한된 비용으로 주어진 일정 안에 사용자를 만족시키는 품질의 소프트웨어를 개발하는 것이다[1]. 요구사항의 잦은 변화, 개발자의 능력차이, 진도의 비가시성 등 소프트웨어 개발이 갖는 특징으로 인해, 프로젝트 관리자는 불확실한 부분에 대한 많은 의사결정을 내려야 한다. 프로젝트 초기에는 계획에 관련된 요소인, 범위, 일정, 비용 등의 산정과, 프로젝트에 내재되어 있는 위험들에 관한 판단을 해야 한다. 예를 들면, ‘주어진 기간 안에 프로젝트를 끝낼 수 있을 것인가?’, ‘테스트 단계에 테스트 투입 인원은 몇 명을 해야 할 것인가?’와 같은 의사결정이 있을 수 있다. 프로젝트 진행 중에는 계획 대비 진척도 파악 등 프로젝트 성과에 대한 관리가 이루어진다. 계획대로 지표들이 잘 지켜지고 있는지 또는 이슈가 될 만한 위험들은 없는지의 여부를 파악하고, 통제하기 위한 판단을 내려야한다. ‘계획대로 프로젝트가 진행되고 있지 않다면, 어떤 조치를 취해야 하는가?’ ‘심각한 이슈가 발생된 상황에서 프로젝트를 계속 진행 시켜도 되는가?’와 같은 의사결정을 자주 접하게 된다. 프로젝트관리자가 이러한 사안들에 대해 정확한 판단을 할수록 프로젝트 성공률은 높아질 것이다.

실무에서, 프로젝트관리자가 의사결정을 위해 주로 사용하는 방법은 과거에 수행된 유사 프로젝트의 경험과 데이터를 활용하는 것이다. 하지만, 과거데이터를 활용하는 방식들 대부분은 주로 데이터의 평균, 최빈값, 최대값 등 하나의 대푯값을 사용하고 있는 것이 문제이다[2, 3]. 대푯값을 활용한 의사결정은 소프트웨어 프로젝트가 가지고 있는 다양성과 프로젝트 중간에 발생할 수 있는 가변성등 불확실성을 고려하지 않고 있기 때문에 정확하고 타당한 평가가 이루어진다고 볼 수 없다. 프로젝트 관리자가 여러 상황들을 고려하여 판단할 수 있도록 지원할 수 있는 의사결정 방법이 필요하다.

본 논문에서는 불확실한 상황에 대한 의사결정을 돕는 방법 중 하나로 의사결정을 내려야 하는 값 또는 사건에 확률을 부여하는 방법을 제안한다. 이 방법은 판단의 대안들이 발생할 확률을 추정하고, 추정된 확률을 기반으로 대안들을 비교하여 보다 정확한 의사결정을 할 수 있도록 지원하는 것이다.

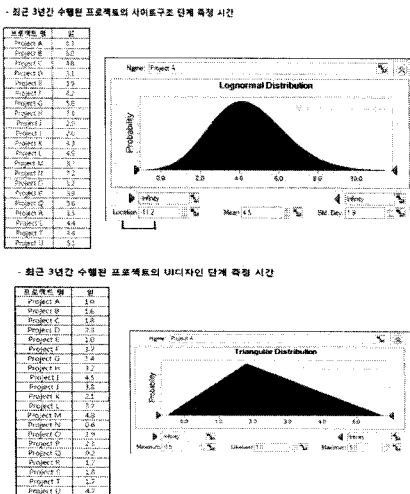
의사결정 대안들의 확률을 구하기 위해서도 과거에 수행된 유사 프로젝트의 데이터를 활용하는 것이 요구된다. 과거 정보의 활용은 전체 프로젝트 단위로 이루어 질 수도 있고, 세부 태스크 단위로 이루어 질 수도 있다. 예를 들면, ‘주어진 기간 안에 프로젝트를 끝낼 수 있을 것인가?’와 같은 의사결정 상황에서, 주어진 프로젝트가 과거 진행했던 프로젝트와 동일한 요구사항과 그 밖의 개발 조건들을 가지고 있는 경우라면, 과거 데이터를 기반으로 판단하는 것이 가능하다. 하지만, 대부분의 프로젝트는 유사한 프로젝트 수행 시에도 각 세부작업에서는 많은 차이를 보이기 때문에, 전체적인 수준에서 비교하여 예측을 하기 보다는 WBS(Work Breakdown Structure)와 같은 방법을 통해서 의미 있고, 관리 가능한 규모의 태스크들로 나누어서 활용하는 것이 효과적이다.

[그림 1]은 웹 사이트 구축에 대한 WBS 예제를 나타내고 있다.



[그림 1] 웹 사이트 구축 WBS 예제

프로젝트에 관한 데이터 수집은 WBS를 통해 나누어진 각 태스크 단위로 이루어진다. 모아진 측정값들은 태스크들의 특성에 따라 다양한 분포를 가질 수 있다. [그림 2]는 웹 사이트 구축에 포함된 태스크의 일부 예제를 보여주고 있다.



[그림 2] 태스크 측정 값들의 분포 형태 예제

서로 다른 분포들로 구성된 태스크들의 측정치들을 기반으로 전체 프로젝트의 측정치를 예측하기 위해서는 분포들의 합 또는 차를 활용하는 방법이 필요하다.

본 논문에서는 몬테카를로 시뮬레이션의 활용을 제안한다. 몬테카를로 시뮬레이션은 서로 다른 분포로 구성된 과거 데이터들을 기반으로 전체의 확률분포를 생성하는 시뮬레이션을 실행할 수 있기 때문이다. 또한 몬테카를로 시뮬레이션 적용 프로세스를 정의하고, 투입인원 최적화와 프로젝트 일정 예측의 예제를 통해 효용성을 입증하였다.

## 2. 소프트웨어 프로젝트의 의사결정

프로젝트 계획과 프로젝트 모니터링 단계에서 수행되는 의사결정은 프로젝트 전문가의 판단이나 경험 또는 직관에 의존하는 방법에서부터 과거 유사 프로젝트를 수행하며 수집한 데이터에 기반을 둔

방법까지 다양하다[4]. 주로 과거 데이터에 의존한 방법이 가장 신빙성이 있기 때문에, CMMI와 같은 모델들은 측정 및 분석 프로세스를 중시여기고, 측정에 기반을 둔 관리를 제안하고 있다[5].

프로젝트 전체를 비교하는 방식으로 과거데이터가 사용되기도 하지만, 프로젝트가 내포하고 있는 불확실성으로 인해 세부작업 단위의 측정치들을 기반으로 전체 프로젝트에 대한 의사결정을 하는 것이 일반적이다. WBS는 프로젝트의 총 범위를 톱다운(Top Down) 방식으로 세분화하여 프로젝트의 단위 작업에 대해 파악하는 기법이다. WBS를 통해 나누어진 의미 있고, 관리가능한 단위의 태스크별로 데이터들이 모이면, 이러한 데이터를 활용하여 프로젝트에 대해 예측하는 것이 가능해진다.

### 2.1 대뽏값에 의한 활용

일반적으로 데이터가 수집되면 데이터의 평균, 최빈, 최대와 같은 대표 값을 사용해서 의사결정을 수행한다.

프로젝트 일정을 계획하기 위해 사용하는 PERT/CPM(Programme Evaluation Review Technique/Critical Path Method) 에서도 세부작업에 대한 작업시간을 결정할 때, 과거데이터의 대뽏값을 입력하는 경우가 많다. PERT/CPM이란, 프로젝트를 구성하는 각 분야를 보다 세분화된 작업으로 분할하여 작업의 순서, 소요기간 등을 네트워크 형태로 표시하는 것이다. PERT/CPM을 통해 주 공정 및 여유 공정을 산출하여 대상 작업을 명확히 하고, 전체적인 작업일정을 세분화함으로써, 일정 지연의 예방, 일정 단축 등의 효율적인 일정관리를 할 수 있다[6].

[그림 3]은 단위 태스크의 형태를 나타낸다.

가장 빠른 시작 날짜	기간	가장 빠른 완료 날짜
작업 이름		
가장 늦은 시작 날짜	여유시간	가장 늦은 완료 날짜

[그림 3] 단위태스크 형태

그러나 하나의 대푯값을 통한 의사결정은 입력 변수 들이 갖는 다양성과 변동성을 고려하고 있지 않기 때문에 정확하고 타당한 의사결정을 내리기에 부족하다.

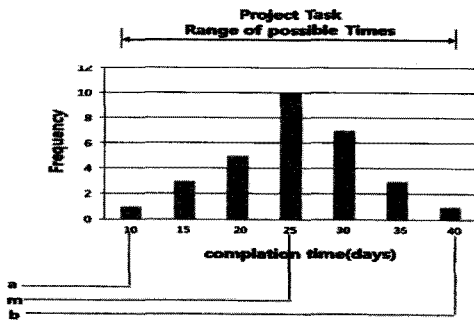
## 2.2 분포를 갖는 데이터의 활용

대푯값을 활용하는 방식을 보완하는 방법으로는 과거 데이터들이 갖는 분포를 활용하여 의사결정을 수행하는 방식이 있다.

1975년에 수행된 Perry와 Greig의 연구에서는 단위 작업 시간들이 베타(beta)분포를 갖는 경우에 대해 설명하였다[7].

- 1) a(optimistic) : 작업을 완료하는데 가장 짧은 시간을 나타낸다.
- 2) m(most likely) : 평범한 작업 조건하에서의 과업 수행시간을 나타내며, 지난 경험에 기반을 둔 가장 빈번히 발생한 작업 수행기간이다.
- 3) b(pessimistic) : 최악의 상황에서 작업을 수행할 경우 소요되는 시간을 나타내며, 예상 못한 지연을 포함한다.

[그림 4]는 단위 작업 시간들의 분포도 내에서 a, m, b값을 보여주고 있다.

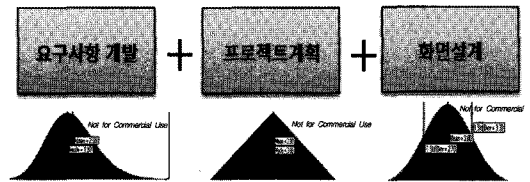


[그림 4] PERT/CPM의 시간 추정

그러나 단위작업 시간들이 항상 베타분포를 갖는 경우는 드물고, 그 분포들의 값 중, 세 변수만 선택하는 방식으로는 입력 변수 들이 갖는 다양성

과 변동성을 충분히 고려하고 있다고 보기 힘들다. 그러므로 보다 정확한 자료를 얻기 위해서는 태스크들의 과거 데이터가 어떤 분포를 갖는지를 파악하고 그 분포들의 합을 시뮬레이션을 통해 예측해 볼 필요가 있다.

[그림 5]와 같이 요구사항 개발 태스크의 시간은 포아송 분포, 프로젝트 계획은 삼각형 분포, 화면 설계는 정규분포를 구성하고 있을 때, 프로젝트 전체 시간의 분포와 통계량을 구하기 위해서는 이들 분포들의 합을 구해야 한다. 이를 위해서는 세 확률분포들의 합을 시뮬레이션을 통해 구해야 하는데, 이러한 목적으로 사용될 수 있는 방법이 몬테카를로 시뮬레이션이다.



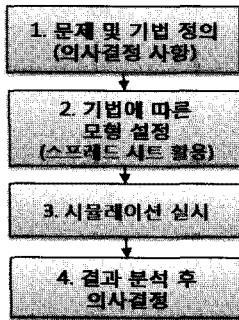
[그림 5] 태스크들이 갖는 기간에 대한 분포

## 3. 프로젝트 의사결정 지원을 위한 몬테카를로 시뮬레이션의 적용 프로세스

몬테카를로 시뮬레이션은 시뮬레이션에 사용하기 위한 값을 확률분포로부터 임의적으로 선택(표본 추출 : sampling)하는 하나의 기법으로, 모의적 표본추출법(simulated sampling technique)이라고도 한다[8].

몬테카를로 시뮬레이션의 장점은, 입력에 해당하는 조건에 임의의 난수를 발생시켜 모든 경우의 수를 따져 보고 그 결과(output)에서 발생하는 분포와 통계량을 제공하여 의사결정을 지원하는 것이다.

본 논문에서는 프로젝트 의사결정 지원을 위한 일관성 있는 작업을 위해 몬테카를로 시뮬레이션 적용 프로세스를 [그림 6]과 같이 제안한다.



[그림 6] 프로젝트 의사결정 지원을 위한 몬테카를로 시뮬레이션 적용 프로세스

몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 의사결정의 첫 단계는 ‘문제 및 의사결정 기법 정의’이다.

이 단계에서는 의사결정을 내리고자 하는 문제를 명확히 정의하고, 문제를 해결하기 위해 사용되어야 할 기법을 명시한다. 의사결정 기법들로는 경영과학에서 사용하고 있는 대기행렬, 선형계획, 최적화, 네트워크 등이 있다[4]. 이때, 문제가 내포하고 있는 한계와 제약조건들도 모두 포함해야 한다.

두 번째 단계는 의사결정 기법에 따라 달라지는 모형을 정의하는 것이다. 각각의 의사결정 기법은 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한다는 공통점이 있지만, 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 얻고자 하는 값과 그 값을 얻기 위한 과정이 다르다. 그러므로 각 기법에 따라 모형을 다르게 설정해야 한다. 본 연구에서 활용하는 모형설정은 스프레드시트 위에 방정식, 부등식 등 수학적식들을 정의하는 것이다.

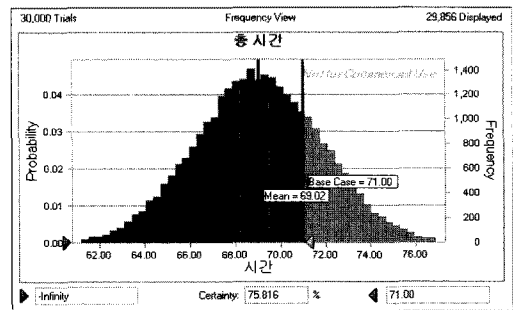
세 번째는 몬테카를로 시뮬레이션 적용 단계이다. 일반적으로 시뮬레이션은 수많은 양의 데이터 처리를 필요로 하기 때문에 컴퓨터 프로그램을 활용하게 되는데, 본 논문에서는 엑셀기반 시뮬레이션 분석도구인 크리스탈볼(CrystalBall)을 이용하였다.

마지막단계는, ‘시뮬레이션 결과 분석 후, 의사결정’단계이다.

시뮬레이션 완료 되면, [그림 7]과 같이 시뮬레이션 결과에 대한 요약 통계량과 분포도가 구해진다. 요약 통계량은 보통 시뮬레이션 횟수, 평균, 최

빈값, 표준편차, 분산 등을 포함하며, 분포도는 특정 값에 대한 발생 확률 분포를 제공한다. [그림 7]의 분포도는 의사결정자가 계획한 일정기간인 71시간 안에 프로젝트가 끝날 확률이 75.816%인 것을 나타내고 있다.

Statistic	Forecast values
Trials	30,000
Mean	69.02
Median	69.01
Mode	...
Standard Deviation	2.79
Variance	7.76
Skewness	0.0071
Kurtosis	3.01
Coeff. of Variability	0.0404
Minimum	56.31
Maximum	80.53
Mean Std. Error	0.02



[그림 7] 시뮬레이션 결과-통계적 추정치 (a : 요약 통계량 b : 분포도)

## 4. 몬테카를로 시뮬레이션 활용 예제

본 논문에서는 투입인원 최적화(Optimization)와 WBS, PERT/CPM 기반의 프로젝트 일정 예측을 위해 몬테카를로 시뮬레이션 적용 프로세스를 실행해 보았다.

### 4.1 프로젝트 투입인원 최적화

#### 4.1.1 문제 및 기법 정의

정의된 문제는 요구되는 테스트 모듈 수를 만족 하면서, 연봉을 최소화 할 수 있는 투입인원 최적화를 위한 의사결정을 내리기 위한 것이다. 이 문제의 해결을 위해서는 경영과학의 최적화 기법이 적절할 것으로 판단된다. 최적화 기법은, 제약조건 (constraints)이 주어진 상황에서 최적의 의사결정

값을 찾는 것이다[9].

◦ 문제 정의

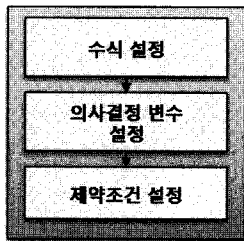
현재 테스터는 경력에 따라 1급, 2급, 3급으로 구분 되고 있다.

- 1) 1급 테스터는 2주에 처리할 수 있는 모듈 수가 60개이며, 연봉 3,500만 원을 받고 있다.
- 2) 2급 테스터는 2주에 처리할 수 있는 모듈 수가 40개이며, 연봉 2,800만 원을 받고 있다.
- 3) 3급 테스터는 2주에 처리할 수 있는 모듈 수가 20개이며, 연봉 2,000만 원을 받고 있다.

2주에 모듈 300개 정도를 테스트 할 수 있는 테스터 인원을 결정하고자 한다. 투입 인원 결정 시, 1급, 2급, 3급 테스터가 반드시 한 명 이상 포함되어야 하며, 연봉을 최소화 하는 최적의 인원수를 구하고 싶다.

4.1.2 모형설정

최적화를 수행하기 위해 [그림 8]과 같은 세부 프로세스를 정의할 수 있다.



[그림 8] 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 최적화 세부 프로세스

4.1.2.1 수식 설정

수식 설정을 위해서는, 2가지 질문을 고려해야 한다.

- 1) 어떤 의사결정을 하려고 하는가?
- 2) 의사결정에 대한 성과의 척도는 무엇인가?

- 1) 어떤 의사결정을 하려고 하는가?  
- 연봉을 최소화 하는 최적의 테스터 수 결정
- 2) 의사결정에 대한 성과의 척도는 무엇인가?  
- 연봉 최소화  
(1급 테스터 수×3,500만원)+  
(2급 테스터 수×2,800만원)+  
(3급 테스터 수×2,000만원) => 최소 연봉

수집된 과거 자료와 성과척도를 기반으로 엑셀 모형을 수립한다. [그림 9]는 테스터 투입 인원의 의사결정을 위한 엑셀 모형이다.

	X1 = 1급 테스터	X2 = 2급 테스터	X3 = 3급 테스터	작업모듈
투입수	4	1	1	300
투입시간 (2주)	80	80	80	
테스터 가능 모듈	60	40	20	
연봉	3500	2800	2000	

	인원배	합당 모듈
1급	=C7*G5	=C7*G6
2급	=D7*G5	=D7*G6
3급	=E7*G5	=E7*G6
합	=SUM(C8:D11)	=SUM(D8:D11)

Goal	
연봉 최소화	
minimize	1*3500 + 2*2800 + 3*2000

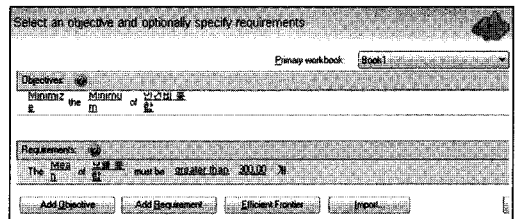
[그림 9] 테스터투입인원 의사결정 엑셀모형

4.1.2.2 의사결정 변수 및 제약조건 설정

최적화에서 가장 중요한 건, 적절한 의사결정 변수(Decision Variable)의 선택과 올바른 제약조건(Constraints) 설정이다. 문제 정의단계에서 정의한 의사 결정 사항을 기반으로 의사결정 변수를 설정하고, 최적의 의사결정 변수를 얻기 위한 제약조건을 설정한다.

- 의사결정 변수  
1급 테스터 수, 2급 테스터 수, 3급 테스터 수
- 제약조건  
테스터 작업에는 1급, 2급, 3급 테스터가 1명 이상 반드시 투입되어야 한다.  
작업 모듈 300개를 모두 할당해야 한다.

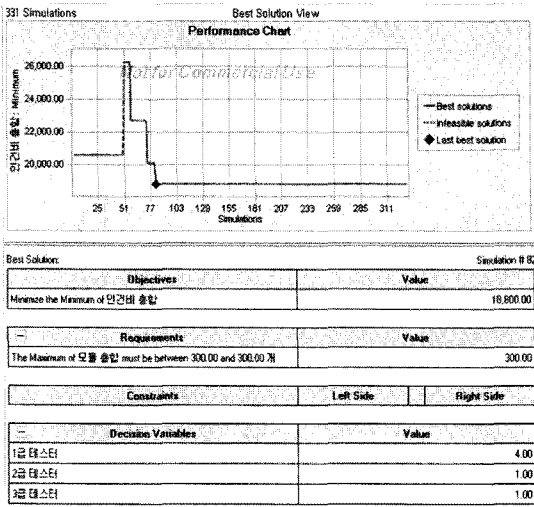
[그림 10은] 크리스탈볼(CrystalBall)에서 제약조건을 설정하는 화면을 나타내고 있다.



[그림 10] 테스터투입인원 의사결정, 제약조건

### 4.1.3 시뮬레이션 실시

의사결정 변수 설정과 제약조건 입력이 완료되면, 최적화 작업이 실행된다. [그림 11]은 크리스탈볼(CrystalBall)을 활용한 테스트 투입 최적화 작업이 수행되고 있는 동안 모든 제약조건을 만족시킨 경우들을 나타내 주고 있는 화면을 보여준다.



[그림 11] 크리스탈볼(CrystalBall) 최적화 수행 과정

### 4.1.5 결과 분석 후 의사결정

최적화 시뮬레이션이 완료된 후, 제약조건을 충족시킨 의사결정 대안들을 통계적 지표들과 함께 제시해 준다.

1000 Total Solutions		Solution Analysis View			4 Displayed		
Rank	Solution #	Objective Minimize Minimum 인건비 총합	Requirements Maximum between 300.00-300.00 모뎀 총합	Decision Variables			
1	82	18,800.00	300.00	1급테스터	2급테스터	3급테스터	
2	74	20,100.00	300.00	3.00	2.00	2.00	
3	58	22,700.00	300.00	1.00	4.00	4.00	
4	51	26,300.00	300.00	1.00	1.00	10.00	

[그림 12] 최적화를 통해 도출된 의사결정 대안

[그림 12]는 의사결정 대안들이 제시된 표를 보여주고 있다. 이 표를 기반으로, 목표 값들을 제약

조건과 비교하며 더 적합한 해를 찾을 수도 있다.

## 4.2 프로젝트 일정 예측

### 4.2.1 문제 및 기법 정의

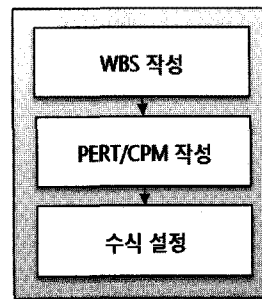
정의된 문제는 주어진 요구사항을 특정인원으로 수행할 때 결정해야 할 프로젝트 일정 예측 문제이다. WBS와 PERT/CPM을 이용하여 프로젝트 일정을 세분화하고, 각 단위작업들의 과거 데이터를 기반으로 일정을 예측하는 방법을 사용한다.

#### ◦ 문제 정의

A중소기업은 쇼핑몰 웹사이트 구축 프로젝트를 6명의 인원으로 8주안에 완료할 수 있을지 궁금하다. 이를 위해, 최근 3년 간 유사 프로젝트를 진행하며 수집한 자료를 기반으로 일정을 예측하고자 한다.

### 4.2.2 모형 설정

프로젝트 일정 예측을 수행하기 위해 [그림 13]과 같은 세부 프로세스를 정의할 수 있다.



[그림 13] 프로젝트 일정계획 세부 프로세스

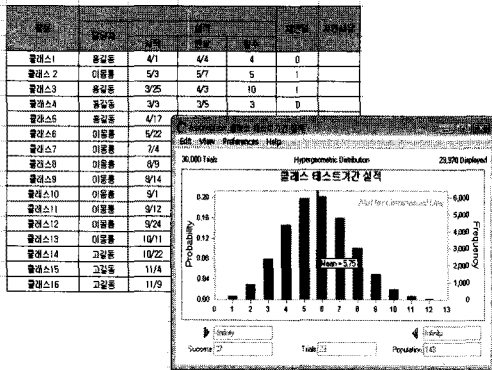
#### 4.2.2.1 WBS 작성

WBS를 통해, 전체 작업을 태스크(Task)들로 나누어 각 태스크 별로 과거 일정의 분포를 파악한다.

#### 4.2.2.2 PERT/CPM 작성

PERT/CPM을 효율적으로 작성하기 위해서는 다음과 같은 절차를 따른다.

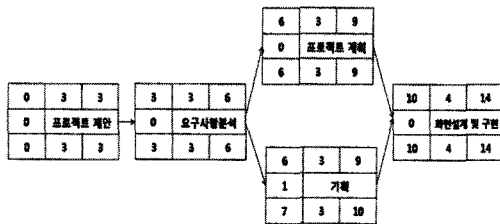
1) WBS에서 식별된 단위 작업을 기반으로 작업들의 순서와 상호 의존성을 결정 한다. WBS에서 식별된 단위작업들 사이에 어떤 작업이 먼저 수행되고 나중에 수행되는지 혹은 병행적으로 수행가능한지의 여부가 먼저 정의되어야 한다. [그림 14]는 각 태스크들의 과거 자료들이 특정 분포를 따르는 것을 보여주고 있다.



[그림 14] 작업수행시간 추정

2) PERT차트 작성

앞 서 정의한 작업들의 순서와 추정된 작업 수행시간을 퍼트차트로 표현한다. 퍼트차트는 박스로 표현하며 작업명과 시작일, 종료일 등의 일정 에 대한 정보를 포함한다. [그림 15]에서 박스 사이를 연결하는 화살표는 각 작업 간의 의존성을 보여준다[10].



[그림 15] PERT 차트

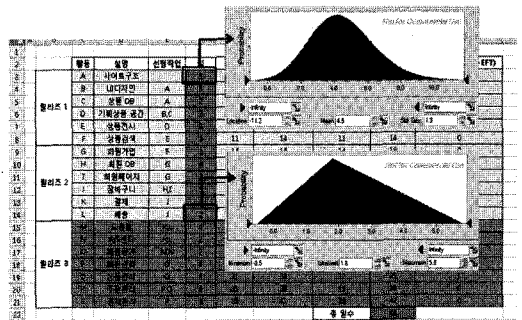
3) 주요경로(Critical Path) 결정

주요경로는 여유시간을 가지고 있지 않은 작업

이 이루는 일련의 경로이다. 주요경로 내의 어떤 작업이 기대한 것보다 오래 걸린다면, 프로젝트 수행에 소요되는 전체기간이 늘어나게 된다. 주요 경로를 통해서 작업이 지연 되지 않도록 일정이 관리 되어야 한다.

4.2.2.3 수식 설정

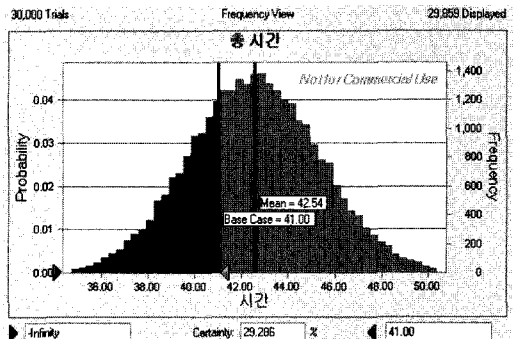
수립된 모형을 기반으로, 크리스탈볼(CrystalBall)의 가정(Assumption)과 예측값(Forecast)을 정의한다. [그림 16]은 프로젝트 일정 예측을 위한 엑셀 모형을 나타낸다.



[그림 16] 프로젝트 일정 예측을 위한 엑셀 모형

4.2.3 시뮬레이션 실시

[그림 17]은 전체 프로젝트 일정에 대한 몬테카를로 시뮬레이션 결과에 대한 분포도이다. 총 시간과 그 시간을 달성할 가능성에 대한 확률 분포를 나타낸다.



[그림 17] 몬테카를로 시뮬레이션 결과-분포도



#### 4.2.4 결과 분석 후 의사결정

몬테카를로 시뮬레이션이 완료된 후, 제시된 확률분포와 통계치를 고려하여 의사결정을 하는 단계이다.

다음 <표 1>은 몬테카를로 시뮬레이션 확률분포에 따른 평가와 그에 대한 의사결정들을 보여주고 있다.

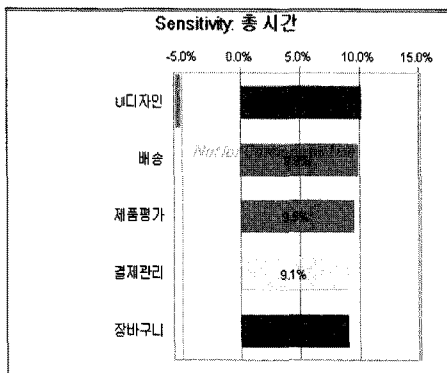
<표 1> 확률분포에 따른 의사결정 기준 예

기준	평가	의사결정
0~50%	예상 기간에 끝날 가능성이 없음	일정계획을 처음 단계부터 변경
51~75%	예상 기간에 끝날 가능성이 보통임	민감도 분석 결과 프로젝트 일정에 영향을 주는 요소 위주로 프로젝트 계획 변경
76~100%	예상 기간에 끝날 가능성이 높음	프로젝트를 계획대로 진행

#### 4.2.5 민감도 분석

몬테카를로 시뮬레이션 결과, 계획된 일정 안에 끝날 확률이 낮다면, 민감도 분석을 실시하게 된다.

민감도 분석은 각각의 가정변수(입력변수)들이 예측변수(결과변수)에 미치는 영향력에 대한 정보를 제공하는 것이다. 몬테카를로 시뮬레이션 수행 동안 크리스탈볼(CrystalBall)은 모든 가정변수와 예측변수 간의 상관계수를 기반으로 민감도를 분석하여 이를 차트로 제공해준다.



[그림 18] 전체 일정에 대한 태스크 민감도 분석

민감도 분석으로 가정변수가 예측변수에 어느 정도의 영향력을 미치는지 알게 됨으로써 집중적으로 관리해야 하는 태스크들을 판단 할 수 있다 [11, 12]. 이번 예제에서는 [그림 18]에서 보는 것과 같이 근소한 차이로 UI디자인과 배송 부분이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다.

### 5. 결론

소프트웨어 프로젝트는 많은 의사결정을 필요로 한다. 하지만, 소프트웨어 프로젝트가 가지고 있는 특성으로 인해 정확한 의사결정을 하기가 힘들다.

보다 정확한 의사결정을 하기 위해선, 과거 데이터를 기반으로 하지만, 프로젝트 진행중에 발생할 수 있는 불확실성을 고려한 의사결정 방법을 정의해야 한다.

본 논문에서는 의사결정을 내려야 하는 값 또는 사건에 확률을 부여하는 방법을 제안한다. 이 방법은 판단의 대안들이 발생할 확률을 추정하는 방식으로 의사결정을 지원하는 것이다.

서로 다른 분포를 갖는 소프트웨어 프로젝트 태스크들의 데이터를 기반으로 전체 프로젝트의 데이터를 추정하기 위해서 모의적 표본추출법(simulated sampling technique)인 몬테카를로 시뮬레이션의 활용을 제안하고, 그 활용 프로세스를 정의했다. 또한, 투입인원 최적화와 프로젝트 일정예측의 예제를 통해 그 효용성을 증명하였다.

본 연구에서 제안하는 몬테카를로 시뮬레이션 활용 방법이 보다 현실적이고 완성도 높은 의사결정 방법이 되기 위해서는, 프로젝트가 내포하고 있는 불확실성을 프로젝트의 리스크로 정의하고, 리스크의 발생확률과 영향도를 몬테카를로 시뮬레이션을 활용해 관리하는 방안에 대한 연구가 필요하다.

### 참고 문헌

[1] Frederick P. Brooks, 'The Mythical Man-

- Month], Addison-Wesley Professional, 1995.
- [2] Seal, K. C., "A generalized PERT/CPM implementation in a spreadsheet", *INFORMS Transactions on Education*, 2001.
- [3] 최주호, 류서열, "PERT/CPM 기법을 이용한 소프트웨어 개발 일정관리에 대한 연구", 한국정보과학회 1994년도 봄 학술발표논문집 제 21권 제1호(1994).
- [4] 김선교, 윤석훈, 이희상, 최경현, 홍성조, 「경영과학」, 8th Edition 한국어판, McGrawHill, 2007.
- [5] Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum, 「CMMI Guidelines for Process Integration and Product Improvement, 2th Edition」, Addison-Wesley, 2007.
- [6] Taylor, Bernard W., 「Introduction to Management Science」, Prentice Hall, 2007.
- [7] Perry, C. ID Greig, "Estimating the mean and variance of subjective distributions in PERT and decision analysis", *Management Science*, Vol.21, No.12(1975).
- [8] 김태식, 「Simulation, Real Options and IFRS」, 이레테크, 2007.
- [9] Benmard W. Taylor, *Introduction to Management Science*, 9th edition, Prentice Hall, 2007.
- [10] 한혁수, 「소프트웨어공학의 소개」, 개정 증보판, 홍릉과학출판사, 2008.
- [11] 이레테크, 「민감도 분석과 Tornado chart의 차이점」, 2007.
- [12] 김기호, 김영일, 「크리스탈볼을 이용한 재무시뮬레이션」, 이레테크, 2007.

## ◆ 저 자 소 개 ◆



### 한 혁 수 (hshan@smu.ac.kr)

현재 상명대학교 소프트웨어대학 컴퓨터과학부 교수로 재직 중이며, SEI 공인 Introduction to CMMI 강사와 SEI 공인 CMMI 심사원으로 활동하고 있다. 서울대학교 계산통계학과를 졸업하고, 서울대학교 계산통계학과에서 석사 학위를, 미국 South Florida 주립대 컴퓨터공학과에서 박사학위를 취득하였다. 주요 관심사는 소프트웨어 프로젝트 관리, 몬테카를로 시뮬레이션, 소프트웨어 프로세스, 소프트웨어 품질, CMMI, 소프트웨어 사용성 평가 등이다.



### 김 초 이 (choyi.kim@gmail.com)

상명대학교 컴퓨터과학부를 졸업하고, 현재 상명대학교 일반대학원 컴퓨터과학과 석사 과정에 재학 중이다. 주요 관심분야는 소프트웨어 프로젝트 관리, 몬테카를로 시뮬레이션, 소프트웨어 프로세스, 소프트웨어 품질, CMMI, 소프트웨어 사용성 평가 등이다.