

投資妥當性檢討와 豫備見積

—Research for Investment Validity and Preliminary Estimating—

李 根 熙*
朴 商 敏**

Abstract

In this study we have provided one solution to overcome mistakes with limited technical staffs, capitals and times may be the computer for cost estimating. In view of the speed and the ability to draw on funds of information, we shall see that computer estimating models will become the exhibited and the accepted norm of operation by continuous research.

Therefore, the computer is broadly serving the needs of many engineering disciplines and in the area of engineering design and industrial application, inexhaustible developed softwares are presented more easy, speed and various application for Cost Engineering.

1. 序 論

모든 投資計劃은 未來의 活動을 事前에 決定하는 것이기 때문에 時間의 經過와 함께 發生하는 不確實한 條件을 無視할 수 없다. 특히 投資決定은 未來의 利益 確保를 目標하여 資本을 長期的으로 投入하는 것의 의미를 決定하므로 投資의 妥當性을 檢討하는 경우에는 資金의 흐름 즉, 資本 코스트 등의 變動 등 長期的인 未來의 不確實한 狀況을 可能한 限 正確하게 豫測하고 그 豫測을 基礎로 해서 合理的인 意思決定을 해야 한다.

그러나 不確實한 未來의 狀況을 客觀적으로 正確하게 豫測한다는 것은 극히 어려운 일이다. 특히 投資決定에 있어서의 不確實性 問題는 主로 現金흐름에 관한 危險 및 不確實性을 如何히 豫測할 것인가 하는 問題이다.

本 研究에서는 投資決定에 따르는 投資妥當性의 檢討를 위하여 作業·製品·프로젝트 및 시스템에 대한 工學的 問題를 原價見積의 接近方法을 手段으로 理解와 解析을 求하기로 한다.

工學的인 問題에서는 일반적으로 外的인 問題에 대하여 情報의 確實性 如否 및 危險負擔에 따라 內的인 問題가 존재한다. [5] 따라서 見積 活動은 ① 確實性下에서의 見積(estimates assuming certainty) ② 危險負擔에서의 見積(estimates recognizing risk) ③ 不確實性을 內在하는 見積(estimates admitting uncertainty)의 세가지 領域에서 未來의 周邊狀況에 對處하여야 한다.

2. 豫備原價見積

2·1 見積原價와 實際原價

見積原價를 實際原價와 對比할 수 있는 경우 偏差가 있게 된다. 이 偏差는

첫째, 未來에 관련한 確實性, 危險性, 不確實性

둘째, 計算의 不正確, 誤差 또는 失手에 의한 過誤 셋째, 無知와 怠慢에 의한 信賴誤差 등의 合이라고 할 수 있다. [9]

見積原價를 實際原價에 符合시키는 것이 理想的인 方法이나 어떠한 節次나 數學的인 技法도 實際的인 問題에 適用하는 경우 誤謬나 缺陷이 발생하게 되며, 따라서 完全한 見積을 保證할 수는 없다. 그러나 見積原價와 實際原價와의 偏差를 最少化하는 方法의 강구는 필요하며 이를 위한 豫備原價見積의 한 方法은 本 研

*漢陽大學校 産業工學科 教授

**仁川大學校 産業工學科 助教授

접수: 1988. 10. 29.

究에서는 提示하고자 한다.

2·2 工學의 設計와 原價見積

企業의 立場에서 利益의 確保는 우선적이라 할 수 있으며, 이를 위한 原價見積은 工學의 設計에 있어서의 原價決定 및 評價에 관계된다. 工學의 設計는 初期段階에서부터 特定한 形式이나 形態를 지니고 있지는 않다. 즉, 設計技術者는 問題에 대한 定義를 確實하게 하고, 概念을 探索하고 把握하여, 工學의 模型을 樹立하고 實行하며, 이에 대한 物理的, 技術的, 時間的 側面과 經濟的 側面의 折衝을 감안한 評價를 行하고, 排除와 選擇을 통하여 最終設計를 確定하는 등의 順序로서 하나의 工學의 設計를 開發해 나간다. 이 過程의 初期評價에서 豫備見積이 要求된다. [4, 9] 특히, 作業이 어려울 때와 特定의 情報가 不足하거나 不確實한 경우에 豫備見積의 必要性은 絶對的이며, 또한 多數의 競爭 代替案이 있는 경우 既存의 代替案 評價基準에 의한 方法이나 其他의 方法을 사용하여 迅速하고 적은 費用으로 豫備見積을 行할 필요성이 있다.

2·3 豫備見積의 精度

豫備見積의 精度는 情報의 量과 質 및 時間的 要素와 技術要員에 따라서 左右된다고 할 수 있다. 특히, 作業에 대한 原價, 製品의 價格, 프로젝트의 收益性 및 시스템의 有效性 등에 대한 豫備 原價見積은 企業의 財政的인 面에서 중요한 의미가 있으므로 見積의 精度는 重要하다. 또한 豫備見積은 工學의 設計를 評價하여 豫算 樹立에 反映하기 위한 手段으로 使用할 수 있으므로 見積의 精度는 요구된다. 즉, 技術者와 經營者에 의하여 工學의 設計의 부수적 노력을 위임하거나 배제하고자 하는 경우, 또는 資本財에 대한 投資의 要請과 初期段階에서 設計上의 非經濟的 要素를 探索해내는 등의 目的에 사용될 수가 있다. 그러나 豫備原價見積에 따라 행한 意思決定이라 해도 最低要求報酬率(MARR)보다 높은 收益性이 있는 代替案을 除去함으로써 機會基用을 喪失할 수 있는 경우의 誤謬도 고려되어야만 한다. [5]

실제로 豫備 原價見積은 工學의 設計의 形成段階에서 이루어진다고 할 수 있다. 그러나 이 段階에서 確保되는 情報의 量과 質은 相對的으로 不足하다고 할 수 있다. 즉, 豫備設計에서 評價하고자 하는 設計의 類型, 組織의 特性, 總投資額 및 見積의 目的 등 豫備見積에 대한 精確性있는 關係되는 情報의 確保가 어렵다.

따라서 本 研究에서는 이러한 豫備見積의 容易性和 活用性を 높이기 위하여 시뮬레이션技法을 活用하여 豫備原價見積을 함으로서 實際原價와 見積原價와의 偏差를 最少化하며, 最少의 費用으로 迅速하게 對應할 수 있는 方案을 提示하고자 한다.

3. 시뮬레이션 技法

시뮬레이션은 技術 또는 經濟的인 理由로 직접 實驗을 行하지 않고, 實際의 設計를 代表할 수 있는 數學的 또는 統計的 模型에 대한 解析 및 視察이라고 할 수 있다. [8] 즉, 現實의 系統을 數學的 模型 또는 統計的 模型로 나타낸 現實의 系統의 움직임을 模型을 통하여 統計的으로 數值的으로 再現하는 것을 의미한다. [2] 따라서 技術分野, 科學分野, 經營分野 등에 廣範圍하게 사용되는 시뮬레이션은 系統 등의 原價見積에도 有用하게 사용될 수 있다.

일반적으로 시뮬레이션 模型은 다음과 같은 여러 群으로 分類되어 진다. [9]

- ① 實際的 模型과 抽象的 模型
- ② 連續型 模型과 離散型 模型
- ③ 確定的 模型과 確率的 模型
- ④ 機械的 模型과 系統의 模型
- ⑤ 不變模型과 可變模型

위와 같이 시뮬레이션은 現實을 어떤 模型에 의하여 實現을 하여 그 結果로부터 問題解決을 위하여 가능한 좋은 方策을 찾아내려는 것이다.

따라서 시뮬레이션에서는 模型에 의한 實驗으로 現實을 再現하게 되며, 이 再現된 것은 實際의 現實이 아니고 人工的인 現實이다. 즉, 이 人工的인 現實에 관한 解가 實際 現實의 問題의 解로서 適用되는 것이다. 現實에서의 直接的인 模型에서 解를 求한 것은 시뮬레이션에 의한 解法이 아니고 解析的인 解法으로서 이들 關係를 나타내면 圖-1과 같다.

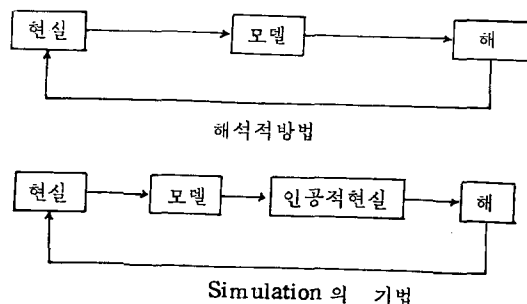


圖-1. 解析的인 解法과 simulation에 의한 解法

시물레이션을 위한 數値모델은 다음의 順序에 따라 行하게 된다. [7]

① 시스템등을 把握하고 評價하여 모델 定한다. 對象이 되는 시스템 등이 時間에 대하여 靜的인 것인가 動的인 것인가를 判明한다.

② 시스템 등에 관계가 있고 變化하지 않는 것과 變化하는 것은 무엇인가를 구분한다. 이 경우 變化하는 量은 獨立變數, 이것에 의하여 영향을 받는 量을 從屬變數라 한다.

③ 큰 시스템이나 복잡한 現象은 몇 개의 部分 시스템으로 分割하고, 이들 部分 시스템을 合成하여 現象全體를 구성하도록 한다.

④ 入力과 出力 또는 獨立變數와 從屬變數와의 관계가 確定的인 경우는 確定的모델이 되고, 確率的인 경우는 確率的모델이 이용되어야 한다. 確率的모델인 경우는 函數의 概念이 이용되어 數値모델로 表現할 可能性이 具體化된다. [6]

⑤ 資料를 수집하여 모델을 數値化한다. 確率的 모델인 경우에는 資料로부터 變數를 測定하고, 適切한 確率分布의 型을 決定하고, 變數特性值에서 그 母數를 確定하고, 亂數表나 亂數發生機를 準備한다.

이상과 같은 순서에 따라 設定한 모델에 대하여 다음의 순서로 시물레이션을 行한다. [7]

① 시물레이션의 실행을 行한다. 確率的모델인 경우는 몬테칼로法을 사용하여 반복하여 現象의 시물레이션을 行한 결과에서 代表值를 推定한다.

② 結果를 檢討하고, 信賴限界를 벗어나면 그 原因을 찾아 除去한다. 또는 補助變數의 數를 擴張하여 精密化한다.

그러나 시물레이션의 對象이 되는 많은 問題들은 대단히 복잡하여 唯一解를 구하는 것은 실제로 불가능하다.

4. 適用例 및 結果檢討

시물레이션 技法適用의 意圖는 施行한 實驗으로부터 適切한 資料를 수집하여서 시물레이션 실행을 반복하여 그 結果를 注視하고자 하는 것이다. 圖-2는 經濟性 工學의 시스템 分析에 대한 說明이다. [9] 즉, 原價工學 問題의 設計에 대한 實際 實驗은 現實의인 事實을 提供해 준다. 한편 經濟的, 技術的 시스템 問題에 대한 數學的 解法은 抽象的이다. 이러한 시물레이션에 의한 實行과 過程은 圖-3의 흐름圖에서 說明되어 있다.

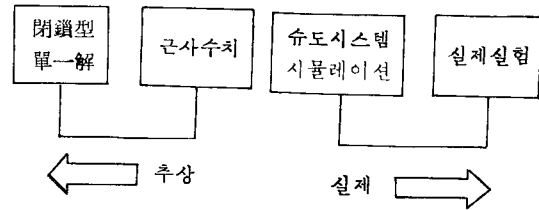


圖-2. 原價工學問題에 대한 시물레이션 直接解法

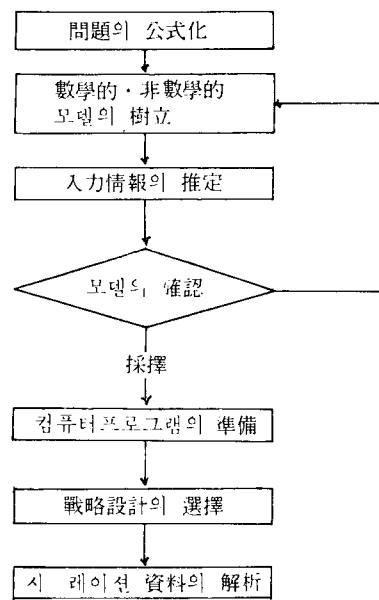


圖-3. 흐름圖

앞에서 說明한 시물레이션技法에 따라 두 시스템이 原價基準에 의하여 判斷되는 경우에 대하여 適用하여 보기로 한다. 原價見積의 確率分布가 圖-4와 같이 나타나는 5가지 경우를 가정해 볼 수 있다. [3,10]

① 시스템A의 모든 가능한 費用은 시스템B보다 작으며, 시스템A를 選擇하는 것이 어렵지 않은 경우

② 시스템A의 實際原價가 시스템B보다 높은 可能性이 있는 경우. 중복되는 부분이 많지 않던 期待見積原價 Ca로 분명한 선택이 어렵게 된다.

③ 시스템A와 시스템B의 原價見積值가 동일하지만 原價의 配分 중, 散布가 다른 경우. 시스템B의 原價配分이 명백하게 크며, 시스템A보다 낮은 原價를 가진다는 危險이 內在해 있는 경우이다.

④ 시스템B의 期待見積原價가 낮지만 시스템A보다 確實하지 않은 경우.

4 李根熙·朴商敏

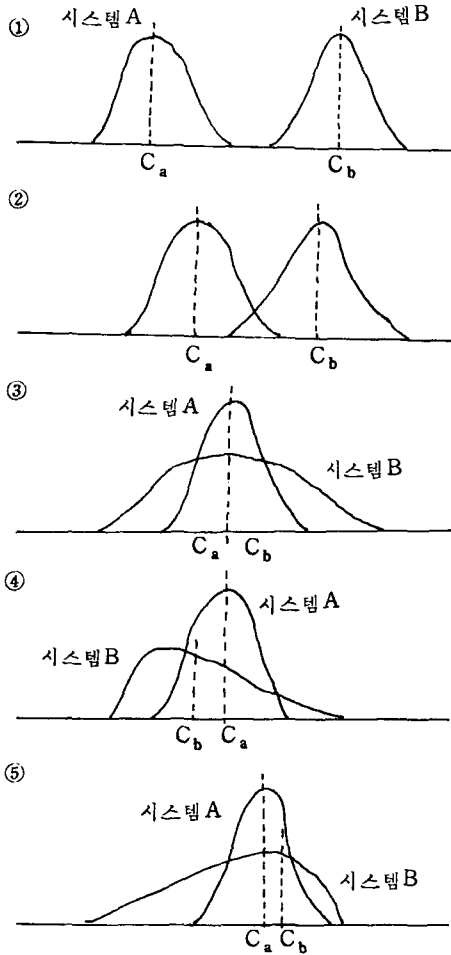


圖-4. 原價配分의 變動

⑤ 시스템A의 期待見積原價가 낮지만 시스템B보다 確實하지 않은 경우.

適用例로 시스템의 原價는 $C_s = C_x + C_y$ 로 나타 낼 수 있으며, C_x 와 C_y 는 각기 다른 確率分布를 갖는다고 假定한다. 過去의 資料에 의하여 $f(x)$ 의 分布는 表1과 같이 주어지며, $f(y)$ 의 分布는 다음 函數와 같이 累積分布를 갖는 指數分布로 주어진다 假定하자.

$$f(y) = P\{Y \leq y\} = 1 - e^{-\mu y}, \quad y \geq 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

여기에서 平均은 $1/\mu$ 이다. 이 函수를 0과 1사이를 취하는 亂數와 같다고 놓는다. 亂數의 補數는 그 自體가 亂數가 되므로 다음과 같이 놓는다.

$$e^{-\mu y} = u \quad \dots \dots \dots (2)$$

表-1 x의 原價에 대한 分布

x의 原價(100만)	確率P(x)	累積確率	亂數
1.2	1/36	1/36	01~03
1.3	2/36	3/36	04~08
1.4	3/36	6/36	09~16
1.5	4/36	10/36	17~27
1.6	5/36	15/36	28~41
1.7	6/36	21/36	42~58
1.8	5/36	26/36	59~72
1.9	4/36	30/36	73~83
2.0	3/36	33/36	84~91
2.1	2/36	35/36	92~97
2.2	1/36	36/36	98~00

단, u는 0과 1사이의 亂數이다. 式 (2)의 兩邊에 自然 로그를 취하면

$$\ln(e^{-\mu y}) = \ln u \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\therefore -\mu y = \ln u \quad \dots \dots \dots (4)$$

여기에서 式(1)의 指數分布에서 구해지는 任意의 觀測值로 부터 다음이 求해진다.

$$C_y = \frac{\ln u}{-\mu}$$

또한, 表-1에서 亂數는 2자리의 數를 配定한 것이며, 이는 累積確率分布(累積相對變數)에 맞도록 數를 配定한다. [8] 따라서 亂數表에서 任意로 2자리의 數를 取해 나가면, 그 亂數에 對應하는 x의 原價가 C_x 의 原價가 된다. 즉, 亂數表에서 亂數를 59, 84, 41, 68, 38, 04, 13, 86.....과 같이 얻었다면, 이에 對應하는 C_x 는 1.8, 2.0, 1.6, 1.8, 1.6, 1.2, 1.4, 2.0(100만).....이 된다.

앞에서 시스템의 原價 C_s 는 $C_x + C_y$ 로 假定하였으므로, x에 대한 亂數 56과 y에 대한 亂數에 37에 대한 시스템의 原價 C_s 를 구하면 다음과 같다. 亂數56에 對應하는 x의 原價 C_x 는 170만원이 된다. 또한 亂數 37에 對應하는 y의 原價 C_y 는

$$C_y = \frac{\ln 0.37}{-0.37} = 2.687 \text{ 또는 } 2,687,000 \text{원}$$

따라서 시스템의 原價

$$C_s = C_x + C_y = 1,700,000 + 2,687,000 = 4,387,000 \text{원}$$

이 된다. 이러한 과정은 수차례 걸쳐 반복되어 시스템

의 原價에 대한 分布를 찾아 낼 수 있다. 이러한 分布는 平均, 範圍, 標準偏差 및 其他 統計의 方法에 의하여 推定과 檢定이 可能하다. 또한 設計原價見積에 同태칼로 技法을 사용함에 있어서 入力의 資料는 獨立的이어야 할 必要가 있다.

5. 結 論

制限된 資本과 時間 및 技術要員으로 原價見積에 대한 誤謬없는 解를 구하기 위하여는 電算處理를 하는 것이 合理的이다. 컴퓨터는 計算 道具에 이상의 重要性을 지니게 되며 따라서 意圖한 目的이 達成될 수 있기까지는 많은 制限된 作業 모델이 필요하게 된다. 繼續的인 研究 結果로 情報 資料 및 處理速度와 收容 能力面에서 컴퓨터에 의한 見積 모델이 提示되고 採擇되어질 것으로 期待된다.

따라서 工學的인 方面의 많은 分野에 幅 넓게 사용되어 工學的인 設計와 産業 應用面에서 廣範圍한 소프트웨어가 開發되므로써 原價見積을 위한 計算은 보다 容易하고 迅速하며 多樣하게 應用하고 提示할 수 있도록 되어야 한다.

References

1. D. Teichrow, A. Robicheck, and M. Montalbano. "Mathematical Analysis of Rates of Return under Certainty," *Management Science*, 11(3), Jan 1965, pp. 396-401.
2. E. Cinlar, *Introduction to Stochastic Processes*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1975, pp. 75-80.
3. E. Kreyszig, *Advanced Engineering Mathematics*, 4th ed., John Wiley & Sons, N.J., 1979, pp. 692-699.
4. F.S. Hiller, "Supplement to the Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investment," *Management Science* 11(3), Jan. 1965, pp. 482-489.
5. G.J. Thuesen, and W.J. Fabrycky, *Engineering Economy*, 6th ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1984, pp. 185-197.
6. Miller, Irwin, and John Freund, *Probability and Stochastic for Engineers*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1965, pp. 194-196.
7. Naylor, Thomas H., J.L. Balinfy et al., *Computer Simulation Techniques*, John Wiley & Sons, Inc., N. Y., 1966, pp. 171-194.
8. Paul F. "Estimating Cost Uncertainty Using Monte Carlo Techniques," RM 4854-PR The Rand corporation, Santa Monica, Calif., Jan. 1966, pp. 3-8.
9. P. F. Ostwald, *Cost Estimating for Engineering and Management*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1974, pp. 168-186.
10. N.L. Johnson and S. Kotz, *Distribution in Statistics*, John Wiley & sons, Inc., N.Y., 1972, pp. 180-191.