

연구개발 부문 적정인력 산정을 위한 확률적 모형설계에 관한 연구

김종만*† · 안정진** · 김병수*

* 명지대학교 산업경영공학과

** CJ 푸드빌

Design of Probabilistic Model for Optimum Manpower Planning in R&D Department

Kim, ChongMan*† · Ahn, JungJin** · Kim, ByungSoo*

* Department of Industrial and Management Engineering, Myonji University

** CJ Foodville

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to design of a probabilistic model for optimum manpower planning in R&D department by Montecarlo simulation.

Methods: We investigate the process and the requirement of manpower planning and scheduling in R&D department. The empirical distributions of necessary time and manpower for R&D projects are developed. From the empirical distributions, we can estimate a probability distribution of optimum manpower in R&D department. A simulation method of estimating the probability distribution of optimum manpower is considered. It is a useful tool for obtaining the sum, the variance and other statistics of the distributions.

Results: The real industry cases are given and the properties of the model are investigated by Montecarlo Simulation. we apply the model to the research laboratory of the global company, and investigate and compensate the weak points of the model.

Conclusion: The proposed model provides various and correct information such as average, variance, percentile, minimum, maximum and so on. A decision maker of a company can easily develop the future plan and the task of researchers may be allocated properly. we expect that the productivity can be improved by this study. The results of this study can be also applied to other areas including shipbuilding, construction, and consulting areas.

Key Words : Manpower Planning, Probabilistic Model, Montecarlo Simulation, R&D Department

• Received 21 January 2013, 1st revised 21 February 2013, 2nd revised 22 February 2013, accepted 22 February 2013

† Corresponding Author(chongman@mju.ac.kr)

© 2013, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

※ 이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음.
(NRF-2010-332-B00099)

1. 서론

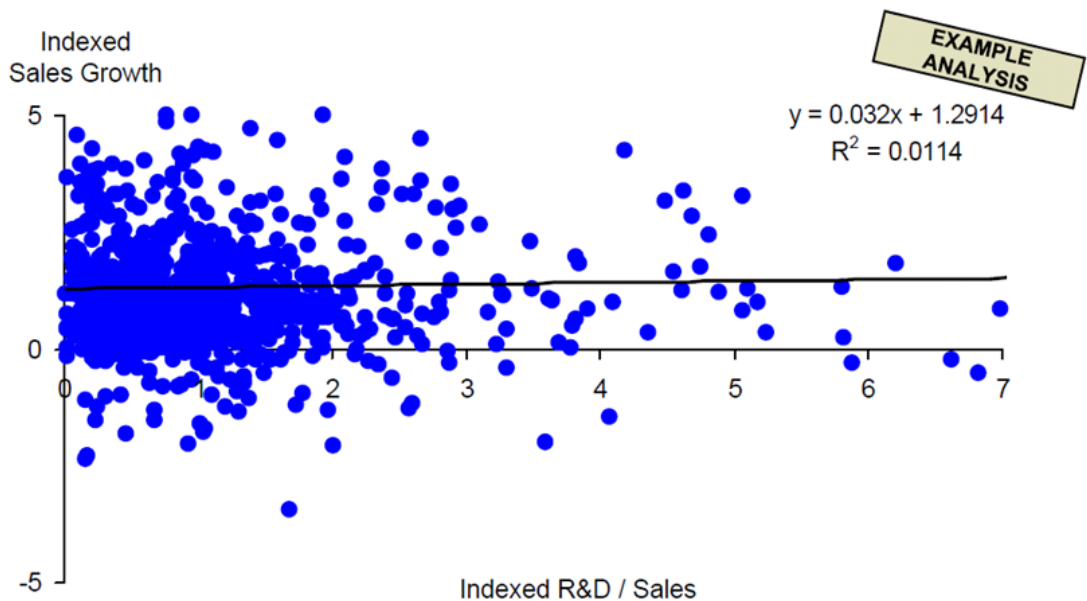
적정 인력이란 조직이 추진하고 있는 목표 및 전략을 달성하는데 요구되는 인원의 규모를 의미한다. 직무만족도에 관한 연구(전영호, 2011)나 업무운영효율성 분석(김홍유 등, 2009)에 관한 연구는 다수 있었으나, 적정인력 산정에 관한 연구는 상대적으로 적다. 적정인력 예측에 관한 기존 연구는 미시적 접근법으로는 직무수행 소요시간의 계산방법과 거시적 관점에서의 조직의 전략, 부가가치 기준, 제품 수요 예측, 시계열 자료, 그리고 타사 비교 등의 여러 방법이 있다 (장수용, 2008). 황대석과 김문중(1989)은 대학의 적정 인력을 직무분석을 통해 예측하였고, 양일선 등(2002)은 학교 급식에 필요한 인력을 워크샘플링을 이용하여 예측하였다. 또한, 정범구와 박경환(1999)이 거시적 방법과 미시적 방법을 통합한 방법을 활용하여 사무지원 부문의 적정 인력 예측 방식을 제안하였다. Lauren 등(2006)은 직무분석 데이터로부터 보다 많은 정보를 도출하기 위한 다양한 척도를 제안하였고, Siddique(2004)는 148개 기업을 대상으로 직무분석의 효과를 파악하였다.

그러나 이러한 기존 연구들은 확정적 모형을 활용하기 때문에 실제로 적용할 경우 한계를 가지게 된다. 먼저 거시적 방법은 합리적 기준의 최적 요건을 갖는 적정 인력을 예측하기가 어렵다는 단점이 있다. 조직의 부가가치 및 타사 비교 등의 거시적 정원 판단 자료는 조직의 내적 요건 보다는 경영 외적 요건에 따라 쉽게 변동되므로 적절한 판단의 기준이 될 수가 없기 때문이다 (편의상, 1997). 따라서 부문별 또는 계층별 단위의 전체적인 정원 현황 파악 목적으로만 활용될 수 있다. 즉, 범위 설정작업으로서 전체적인 윤곽을 잡는 역할을 한다고 볼 수 있을 것이다. 또한 기존의 미시적 방법은 거시적 방법에 비해 상대적으로 신뢰성은 높으나 생산직과 같이 작업의 내용과 절차가 표준화되어 있어서 시간적으로 반복 측정이 가능한 과업에만 적용가능하다(정범구 & 박경환, 1999). 따라서 다양한 과업들로 구성되어 있거나 과업 수행에 따른 소요시간을 측정하기 어려운 경우, 또는 같은 업무라고 하더라도 업무 수행 시간의 편차가 심한 경우에는 부적합한 방법이다.

이상과 같은 문제점들로 인해 기존의 적정인력 예측 방법은 의사결정에 필요한 정보 및 기준을 제공하는데 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 기존의 확정적 모형이 아닌 확률적 모형이 필요하다. 그러나 확률적 모형을 이용하여 적정인력을 산정한 기존 연구가 없어서, 본 연구에서는 적정인력 산정을 위한 확률적 모형을 제안하고, 연구개발 부문의 적정 인력 예측에 실제로 적용하고자 한다.

즉, 기존 연구의 경우 확정적 모형을 이용하여 적정 인력의 평균만을 제공하므로 ① 투입 인력의 산포가 큰 연구개발 부문에 적용할 수 없으며, ② 전략이나 계획에 따른 인력규모의 최적화 연구가 이뤄지지 않았고, ③ 기존 연구 결과를 타 업종이나 산업에 적용하기 힘들다는 단점이 있다. 본 연구에서는 확률적 모형과 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 이와 같은 기존 연구의 한계를 극복하고자 한다. 이 결과를 이용하면 업무 수행에 필요한 인력규모의 평균 뿐만 아니라 산포, 최대값, 최소값 및 백분위수 등 의사결정에 필요한 다양한 정보를 구할 수 있고, 인력 계획에 따른 다양한 시나리오를 검토해 볼 수도 있으므로 기술경영 분야에 기여도가 높은 연구라고 판단된다.

연구개발은 기업이 성장하기 위한 필수요소이고, 세계 각국의 글로벌 기업들은 연구개발에 막대한 금액을 투자하고 있다. 2011년 R&D 투자 상위5대 기업은 토요타(99억 달러), 노바티스(96억 달러), 로슈(94억 달러), 화이자(91억 달러), 마이크로소프트(90억 달러) 등이고, 이들 뿐 아니라 상당수 기업들은 현재의 경쟁력 확보와 미래 신수종 사업 발굴을 위해 천문학적인 비용을 R&D에 투자하고 있다. 그렇다면 과연 R&D 투자가 기업의 매출에 어떠한 영향을 미칠까? 이에 대해서 컨설팅 기관인 부즈알렌이 글로벌 1,000대 기업의 R&D와 매출을 분석한 결과, 아래 Figure 1과 같이 두 변수 간에는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.



자료: Booz Allen Hamilton Global Innovation 1000(2004)

Figure 1. Correlation of R & D investment and sales growth

또한, 애플과 같은 기업은 해가 갈수록 매출은 가파른 속도로 증가하지만, 매출 대비 R&D 비용은 점진적으로 낮아지는 것을 볼 수가 있다.

이상의 결과로부터 'R&D 투자를 무조건 많이한다고 해서 매출을 보장하지는 않는다'라는 사실을 확인할 수 있다. 그렇다면 어느 정도의 R&D 투자가 적정한가? 이 질문에 대한 답을 구하기 위해서 본 연구에서는 R&D 투자의 최적화를 위한 연구를 수행하고자 한다. R&D 투자는 설비 등 하드웨어 적인 부분과 인력 등 소프트웨어적인 부분으로 구분할 수 있는데 본 연구에서는 인력측면에서 살펴보고자 한다. 즉, 기업이 원하는 R&D 목표를 달성하기 위해 어느 정도의 R&D 인력이 필요한지 결정하는 방법을 제시하고자 한다.

R&D 인력 예측에 관한 기존 연구로는 다음과 같은 것들이 있다. Guo 등(1999)은 전문가의 의견 등을 활용하여 중국 랴오닝(Liaoning)성의 과학기술인력에 대한 인력예측을 하였고, Philipose(1993)는 회귀분석을 활용하여 인도 화학업종의 R&D 인력예측을 실시하였다. 그러나 기존 연구들은 모두 국가 관점에서 경제지표 등을 활용하여 R&D 인력을 산정하였기 때문에 개별 기업의 R&D 인력예측에 적용하기는 어렵다는 문제가 있다.

또한, 본 연구를 위해 R&D 전문가들의 인터뷰를 실시한 결과, 실제로 국내 대다수의 기업은 연구개발 등 비정형 업무의 인력을 정량적인 분석보다는 매출 목표 등에 의거하여 대략적으로 예측하고 있으며, 이로 인해 업무에 필요한 인력을 배치하는 것이 아니라 인력을 채용한 후 이에 맞는 업무량을 배분하고 있는 실정이다. 또한, 외국의 경우에는 정량적 분석을 하여 정확한 적정인력을 예측하는 전문 컨설팅 기관이 있어서 기업들이 이들의 분석결과를 이용하고 있다고 알려져 있으나, 인사 데이터의 특성상 이들의 적정인력 예측방식은 철저한 기밀로 간주되어 국내 기업들이 벤치마킹하기가 불가능한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 개별 기업의 R&D 인력예측을 위한 모형을 제시하고, 이 모형을 활용하여 기업이 R&D 인력 최적화를 달성하기 위한 방법을 제안하고자 한다. 본 연구에서 적정인력은 개별 프로젝트 관리자의 입장이 아닌 기업 경영자 관점에서의 적정인력을 의미한다.

2. 확률모형설계

확률모형 설계는 연구개발 업무 수행에 필요한 인력규모의 확률분포를 수립하는 것이다. 이를 위해 연구개발 업무의 현황을 분석하여야 한다. 분석결과를 토대로 실제 현장과 가장 유사한 모형을 수립하기 위한 기본 가정과 전제조건을 수립한다. 가령, 적정 인력의 산정 시 직군 및 직급별 구분을 어느 정도로 세분화할 것인지, 연구프로젝트의 난이도와 프로세스는 어떠한 형태로 나눌 것인지 등을 결정 하는 것 등이 이에 해당된다. 기본가정을 수립하고 나면 모형의 주요 입력 요소가 되는 데이터를 식별하고 이를 수집하는 체계를 수립한다. 즉, 어떤 데이터를 어떤 방법으로 취득할 것인가를 결정하는 것이다. 예를 들면, 대다수의 연구소 및 기업이 과제관리시스템을 이용하여 연구개발 프로젝트를 관리하고 있으므로 이를 이용하여 과거 축적된 데이터의 수집이 가능할 것으로 예상된다. 또한 차년도 연구개발 전략 및 계획 등도 주요한 입력 데이터가 될 것으로 판단된다.

기본과정과 데이터 수집 체계를 수립하고 나면 이로부터 프로젝트별 소요인원과 수행시간의 확률 분포를 추정하고자 한다. 가령, 동일한 프로젝트 유형이라고 하더라도 개발 기간과 투입 인력의 수는 매우 다양할 것이며 각 단계별로 투입된 인원의 구성도 차이가 있을 것이다. 이와 같이 적정인력에 영향을 미치는 관련 인자(기간, 프로세스, 인력투입형태, 난이도 등)의 산포를 반영하기 위해 과거 데이터를 이용하여 확률 분포를 추정하는 것이 '적정인력 관련 인자의 확률분포 도출' 단계이다.

확률모형 설계의 마지막 단계인 '인력규모 확률분포 추정'에서는 앞서 구한 프로젝트별 소요인원과 수행시간의 확률 분포를 이용하여 향후 필요한 적정인력의 확률분포를 추정하는 단계이다. 이 단계에서는 조직의 특성과 기준에 따라 다양한 결과가 도출될 수 있다. 가령 연간 필요한 인원 중 최대치를 필요 인력규모로 설정할 것인지, 아니면 평균을 필요 인력규모로 할 것인지에 따라 각각의 확률 분포를 구할 수 있을 것이다. 또한 업무가 연간 균등하게 배분되느냐, 아니면 특정 시점에 집중되느냐에 따라서도 다양한 결과를 도출할 수 있다.

2.1 R&D 인력예측 기준

본 연구를 통해 수행한 기업의 R&D 전문가 인터뷰에 의하면, 일반적으로 기업은 매년 매출목표를 설정하고 그 목표에 의해 예산 및 인력 등이 결정된다. 그러므로 R&D 인력의 경우에도 기업의 매출목표에 따라 정해지게 되는 것이다. 가령, 내년도 매출목표가 올해보다 10% 증가하였다면, R&D 인력도 10% 증원하는 형태를 따르고 있다.

그러나 이와 같은 방식은 여러 가지 문제점을 내포하고 있다. 첫째로 장기적인 관점에서 세워져야 할 R&D 인력운영전략이 매년 단기적으로 수립된다는 것이다. 둘째로 어떤 인력을 얼마나 뽑아야 할 지에 대한 의사결정이 객관적으로 내려지기 어렵다는 문제가 발생한다. 셋째로 R&D 업무에 따른 인력운영이 아닌, 배분된 인력에 따른 업무 분장이 이뤄지게 되는 현상이 발생하게 된다.

따라서 R&D 적정인력의 정확한 예측을 위해서는 먼저 인력예측을 위한 객관적인 기준을 선정해야 한다. 본 연구에서는 기존의 '매출' 대신 'R&D 프로젝트'를 인력예측의 기준으로 삼고자 한다. 즉, 매출이 아닌 일의 관점에서 필요한 인력을 예측하고자 하는 것이다. 이렇게 함으로써 기업의 장기적 R&D 계획에 의한 인력의 채용 및 충원 등의 인사전략을 수립할 수 있게 될 것이다.

2.2 R&D 업무 세분화 기준

R&D 인력 예측이 어려운 이유는 비정형업무라는 점 때문이다. 즉, 'R&D 개발기간과 투입인력의 편차가 크다'는 점이다. 따라서 기업 내에서 수행하는 R&D 프로젝트의 성격과 난이도 등에 따라 투입되는 인력과 기간의 산포가

크게 차이가 난다.

이와 같이 다양한 R&D 프로젝트를 성격에 따라 구분하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 R&D 업무를 세분화하기 위한 기준으로 ‘제품군’과 ‘난이도’를 제안한다. 이렇게 세분화하는 이유는 필요인력이 유사한 R&D 프로젝트를 묶어서 이에 대한 필요인력의 확률분포를 도출하기 위함이다. 예를 들어 어떤 회사가 2개 제품군을 생산하고, 각각의 난이도를 3등급으로 구분할 수 있다고 가정하자. 이 경우, 전체 R&D 프로젝트에 대해서 개발기간과 투입인력에 대한 확률분포를 구하게 되면 Figure 2의 ‘전체 R&D 분포’와 같이 된다. 이와 같은 확률분포를 ‘제품군’과 ‘난이도’에 의해 세분화하면 ‘유형별 R&D 분포’와 같은 확률분포를 얻을 수 있게 된다.

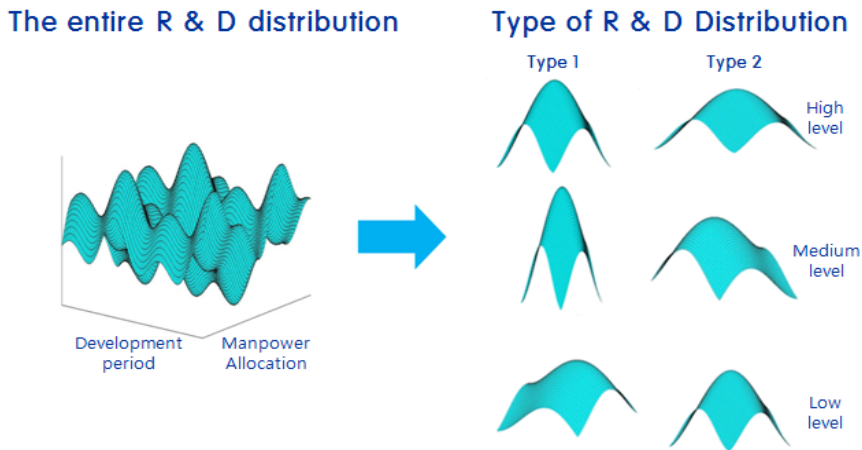


Figure 2. The entire R & D distribution and type of R & D Distribution

이렇게 함으로써 향후에 수행하게 될 프로젝트에 필요한 인력을 보다 정확히 예측할 수 있게 된다. 예를 들어, 내년에 난이도 상의 제품 1만 생산한다고 할 때, 만약 ‘유형별 R&D 분포’가 아닌 ‘전체 R&D 분포’와 같은 확률분포를 활용하게 된다면, 필요인력의 예측 정확도가 현저히 떨어지게 됨을 알 수 있다.

이와 같이 업무를 세분화 할 때, 난이도를 설정하는 기준은 기업에 따라 각각 상이할 수 있다. 가령, 핸드폰 사업의 경우, A 통신사 전용으로 개발되는 제품을 B 통신사 전용으로 개발하는 프로젝트의 경우, 상당히 쉬운 프로젝트에 해당하는 반면(Low level), 남미 쪽에 수출하는 제품을 유럽에도 판매하게 되었을 때, 유럽향 제품개발 프로젝트는 중간정도의 난이도(Medium level)를 가지게 될 것이다. 또한, 기존 3G 핸드폰에서 LTE로 업그레이드하는 프로젝트는 상당히 고난이도 프로젝트(High level)가 될 것이다. 그런데 이와 같은 난이도를 구분하는 기준은 사업의 유형에 따라, 또한 회사 특성에 따라 차이가 있으므로 본 논문에서 일률적인 기준을 제시하기는 상당히 어렵다. 다만, 회사의 기존 프로젝트를 분석해 보면 투입된 인력규모에 따라서 프로젝트의 클러스터링이 가능할 것이고, 이를 활용하여 그룹화하는 것이 일반적인 방법이라고 볼 수 있다.

2.3 R&D 인력의 확률분포

R&D 인력예측을 위해서는 먼저 R&D 수행기간에 대한 확률분포를 구해야 한다. 확률변수 T_{ij} 를 i 제품군의 과제이고 j 수준의 난이도일 때의 R&D 프로젝트의 수행기간이라고 정의하면, 과제관리 시스템 등을 통해 얻어진 과거 데이터로부터 T_{ij} 의 확률분포를 구할 수 있게 된다.

R&D 프로젝트의 특성상 다양한 직군이 존재하고, 이들은 프로젝트 기간 중 항상 같은 인력이 투입되는 것이 아니라 시점에 따라 필요한 인력규모가 달라진다. 예를 들어, 핸드폰의 경우 하드웨어, 소프트웨어 및 기구 직군이 있으며, 소프트웨어 직군의 경우 초기에 많은 인력이 투입되는 반면, 기구 직군은 후반에 상대적으로 많은 인력이 투입되게 된다.

이를 고려하기 위해서 X_{ijkl} 을 R&D 프로젝트가 i 제품군의 과제이고 j 수준의 난이도일 때, l 시점에서 필요한 k 직군의 인력이라고 정의하면, T_{ij} 가 주어졌을 때의 X_{ijkl} 의 확률분포 또한 과제관리 시스템 등을 통해 얻어진 과거 데이터로부터 얻을 수 있다.

예제) 핸드폰 제조업체인 S전자는 과거 1000건의 신제품 개발 프로젝트를 진행하였다. 제품 종류는 크게 내수 제품과 수출 제품으로 구분할 수 있고, 난이도는 3단계로 나눌 수 있다고 한다. 각각에 해당하는 프로젝트 수는 다음의 Table 1과 같다.

Table 1. Past R & D Project Status

	domestic demand ($i = 1$)	Export ($i = 2$)
High ($j = 1$)	200	100
Medium ($j = 2$)	400	100
Low ($j = 3$)	50	150

내수 제품이면서 난이도 ‘중’에 해당하는 400건의 R&D 프로젝트를 분석한 결과, 과제수행기간의 분포는 다음과 같이 나타났다. 즉, 과거 프로젝트 400건 중 개발기간이 3달인 프로젝트가 50건, 4달인 프로젝트가 200건, 5달인 프로젝트가 100건 및 6달이 소요된 프로젝트는 50건이었다.

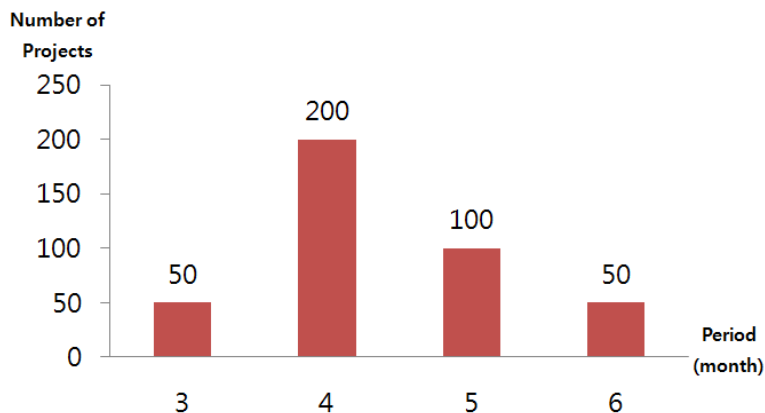


Figure 3. The distribution of the duration of the project performed

이로부터 T_{12} 의 확률밀도함수는 다음의 Table 2와 같이 구할 수 있다.

Table 2. The probability density function of T_{12}

T_{12}	3	4	5	6
$f_{T_{12}}(t)$	0.125	0.5	0.25	0.125

또한, 핸드폰 신제품 개발에 투입되는 R&D 인력의 직군은 소프트웨어($k=1$), 하드웨어($k=2$) 및 기구($k=3$)로 구분할 수 있다. 예를 들어, 제품 개발기간 T_{12} 가 4개월일 때, 필요한 소프트웨어 직군($k=1$)의 인력규모는 다음과 같이 얻을 수 있었다. 이는 내수 제품이면서 난이도 ‘중’에 해당하는 400건의 프로젝트 중에서 제품 개발기간이 4개월 소요되었던 200건의 프로젝트로부터 구한 경험적 분포이다.

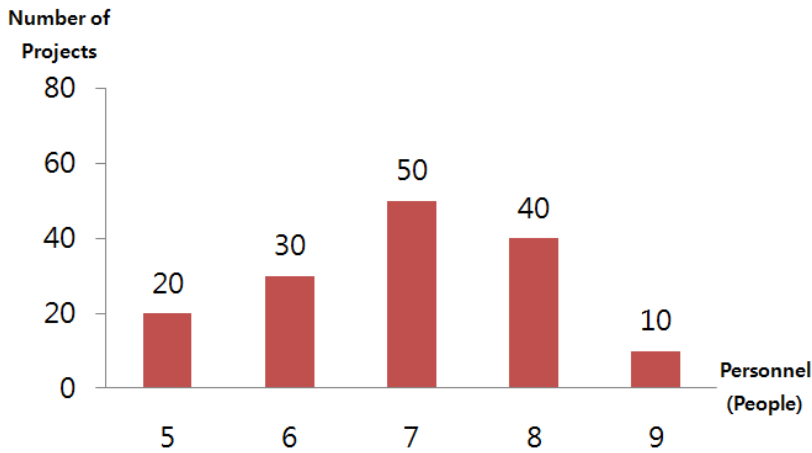


Figure 4. Amount of software labor (that was) input in the first month of four months

Figure 4의 경우를 보면, 개발기간이 4달이 소요된 200건의 프로젝트 중 첫달에 투입된 소프트웨어 인력이 5명인 경우가 20건, 6명인 경우가 30건, 7명인 경우가 50건, 8명인 경우가 40건 및 9명인 경우가 10건이므로 투입된 인원에 대한 확률밀도함수는 다음의 Table 3과 같이 구할 수 있다.

Table 3. $f(x_{1211}|T_{12} = 4)$

x_{1211}	5	6	7	8	9
$f(x_{1211} T_{12} = 4)$	0.1	0.15	0.5	0.2	0.05

마찬가지 방식으로 두 번째, 세 번째 및 네 번째 달에 투입된 인력에 대해서도 확률밀도함수를 같은 방법으로 구할 수 있다.

이와 같이, 과거에 수행한 R&D 프로젝트의 정보를 기반으로 각 시점에서의 해당 직군의 필요인력규모의 확률분포를 추정할 수 있다.

3. 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 R&D 인력규모 예측

3.1 R&D 인력예측을 위한 시뮬레이션 알고리즘 설계

본 연구에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 다양한 연구개발 상황에 대한 필요 인력 규모의 확률분포를 구하고, 이로부터 인력규모를 최적화하기 위한 연구개발 프로젝트의 일정계획을 수립하고자 한다. 시뮬레이션 알고리즘은 실제 연구개발 부문의 운영환경과 최대한 유사하도록 설계되어야 하므로 다음과 같은 기능을 갖추어야 한다.

- ① 동일 유형의 연구 프로젝트에 투입되는 동일 직군의 인력규모의 확률분포가 과제 수행기간 동안 변화하는 경우를 고려해야 한다. 특정 직군의 투입규모는 과제 초기에는 크지만 시간이 지남에 따라 감소할 수 있기 때문이다.
- ② 각 프로젝트가 시작하는 시점과 기간에 대한 분포를 가질 수 있도록 설계되어야 한다. 차년도 연구계획이 연구 프로젝트 수만 결정하고 상세 일정은 포함하지 않을 수 있기 때문이다.
- ③ 직군별 인력규모의 확률분포가 특정분포를 따르지 않는 경우, 이를 경험적 분포를 이용하여 반영할 수 있어야 한다.
- ④ 다년도 연구 프로젝트의 처리에 대한 다양한 규칙을 적용할 수 있는 기능을 갖추도록 개발되어야 한다. 연구 프로젝트의 성격에 따라 다양한 기간이 설정되기 때문에 차년도에 시작해서 끝나는 과제 뿐만 아니라 전년도에서 이월된 과제, 차년도에서 차차년도로 이월되는 과제 등 다양한 경우를 처리할 수 있어야 한다.
- ⑤ 근무의 시간에 대한 고려가 가능해야 한다. 야근이나 특근 등과 같은 오버타임(overtime) 을 어느 정도로 운영할 것인가를 반영하여 적정 인력을 도출할 수 있어야 한다.

이외에도 현황과약을 통해 실제 현실 상황을 최대한 반영한 시뮬레이션을 설계하고자 한다. 또한 여러 가지 상황에 따라 최적 인력규모 결과가 어떻게 변화하는가에 대한 민감도 분석을 수행함으로써 연구소 및 기업이 향후 인력 계획을 수립하는데 필요한 다양한 정보를 제공하고자 한다. 이를 위한 몬테카를로 시뮬레이션은 다음과 같은 단계로 진행된다.

Step 1. R&D 계획 수립 : 기간, 시작시점 여부

Step 2. 프로젝트 별 수행기간 확률분포 도출 (2장의 연구결과 활용)

Step 3. 해당 프로젝트의 직군별 필요인력의 확률분포 도출 (2장의 연구결과 활용)

Step 4. R&D 계획에 따른 몬테카를로 시뮬레이션 1회 실시(랜덤넘버 생성)

Step 5. 1000회 반복 시뮬레이션을 통해 최대값의 분포 추정

이상의 알고리즘을 실제 사례를 통해 보여주고자 한다. 다만, 다음 사례에 소개된 수치는 실제 데이터가 아닌 가상의 데이터이다.

Step 1. R&D 계획 수립

핸드폰 제조업체인 S전자에서 생산하는 제품 종류는 크게 내수 제품과 수출 제품으로 구분할 수 있고, 난이도는 3단계로 나눌 수 있다고 한다. S전자는 내년도 R&D 계획을 수립하였고, 그 결과는 다음의 Table 4와 같다. 또한, 각 프로젝트의 시작시점도 정하였다.

Table 4. Execution plan of the next year projects

	domestic demand ($i = 1$)	Export ($i = 2$)
High ($j = 1$)	25	10
Medium ($j = 2$)	35	25
Low ($j = 3$)	10	15

Step 2. 프로젝트 별 수행기간 확률분포 도출 (2장의 연구결과 활용)

S전자는 과거 1000건의 신제품 개발 프로젝트를 진행하였다. 각각에 해당하는 프로젝트 수는 다음 표와 같다.

Table 5. Execution status of the past projects

	domestic demand ($i = 1$)	Export ($i = 2$)
High ($j = 1$)	200	100
Medium ($j = 2$)	400	100
Low ($j = 3$)	50	150

과제관리시스템의 데이터를 활용하여 프로젝트 별 수행기간의 확률분포를 도출할 수 있다. 내수 제품인면서 난이도 ‘중’에 해당하는 400건의 R&D 프로젝트를 분석한 결과, 과제수행기간의 분포, 즉 T_{12} 의 확률밀도함수는 2장에서 소개한 예제와 같다고 가정하자.

Table 6. The probability density function of T_{12}

T_{12}	3	4	5	6
$f_{T_{12}}(t)$	0.125	0.5	0.25	0.125

다른 제품군에 대해서도 동일한 방식으로 과제 수행기간의 확률분포를 도출할 수 있었다.

Step 3. 해당 프로젝트의 직군별 필요인력의 확률분포 도출 (2장 연구결과 활용)

또한, 핸드폰 신제품 개발에 투입되는 R&D 인력의 직군은 소프트웨어($k=1$), 하드웨어($k=2$) 및 기구($k=3$)로 구분할 수 있다. 예를 들어, 제품 개발기간 T_{12} 가 4개월일 때, 필요한 소프트웨어 직군의 인력규모는 2장에서 소개한 방법에 의해 다음과 같이 얻을 수 있었다. 이는 내수 제품인면서 난이도 ‘중’에 해당하는 400건의 프로젝트 중에서 제품 개발기간이 4개월 소요되었던 200건의 프로젝트로부터 구한 경험적 분포이다.

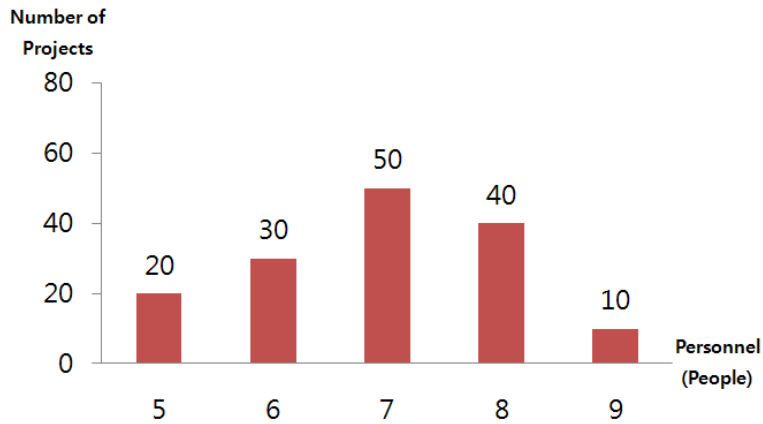


Figure 5. Amount of software labor (that was) input in the first month of four months

Figure 5의 경우를 보면, 개발기간이 4달이 소요된 200건의 프로젝트 중 첫달에 투입된 소프트웨어 인력이 5명인 경우가 20건, 6명인 경우가 30건, 7명인 경우가 50건, 8명인 경우가 40건 및 9명인 경우가 10건이므로 투입된 인원에 대한 확률밀도함수는 다음의 표와 같이 구할 수 있다.

Table 7. $f(x_{1211}|T_{12} = 4)$

x_{1211}	5	6	7	8	9
$f(x_{1211} T_{12} = 4)$	0.1	0.15	0.5	0.2	0.05

마찬가지 방식으로 두 번째, 세 번째 및 네 번째 달에 투입된 인력에 대해서도 확률밀도함수를 구할 수 있다.

Step 4. R&D 계획에 따른 몬테카를로 시뮬레이션 실시(랜덤넘버 생성)

내년에 수행할 120개의 R&D 프로젝트에 대해서 앞에서 구한 확률분포를 이용하여 랜덤넘버를 생성하였다. 가령 내수 제품 중 난이도 ‘중’에 속하는 프로젝트의 수행기간은 step 2에서 구한 확률분포를 통해 랜덤넘버를 생성한 결과 4달이 도출되었다. 4달 동안 필요한 소프트웨어 인력을 확률밀도함수 $f(x_{121t}|T_{12} = 4)$ 를 이용하여 구한 결과, 첫 번째 달에는 7명, 두 번째 달에는 10명, 세 번째 달에는 9명, 4번째 달에는 4명이 생성되었다. 마찬가지로 하드웨어 및 기구 인력 또한 랜덤넘버를 생성할 수 있었다.

이와 같은 방식을 통해 120개 프로젝트의 필요인력에 대한 랜덤넘버를 모두 구하였고, 월별로 해당 직군을 합한 수치가 다음의 Figure 6과 같다. 즉 1회 시뮬레이션한 결과이다.

필요인력의 기준을 1년 중 가장 인력이 많이 필요한 달의 인원으로 한다면(즉, 오버타임을 허용하지 않는다고 가정한다면) 1회 시뮬레이션 한 결과 직군별 필요인력규모는 각각 130명, 140명, 132명이다.

Step 5. N회 반복 시뮬레이션을 통해 필요인력의 분포 추정

1회 시뮬레이션 결과를 N회 반복하여 직군별 필요인력의 확률분포를 구할 수 있다. Figure 7은 1직군에 대해 1000회 시뮬레이션한 결과이다.

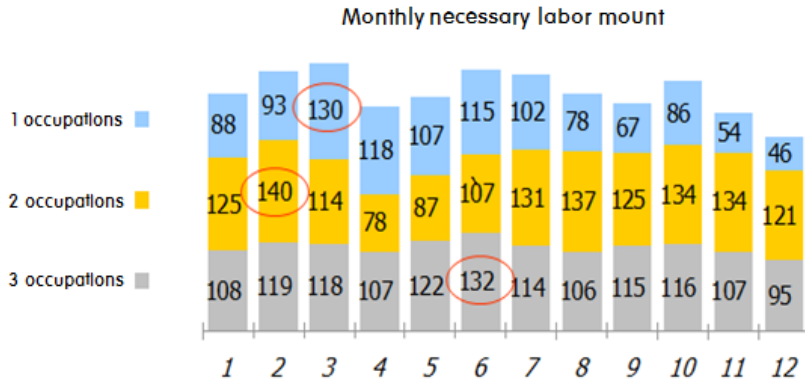


Figure 6. Result of 1st simulations of necessary labor amount of annual occupations

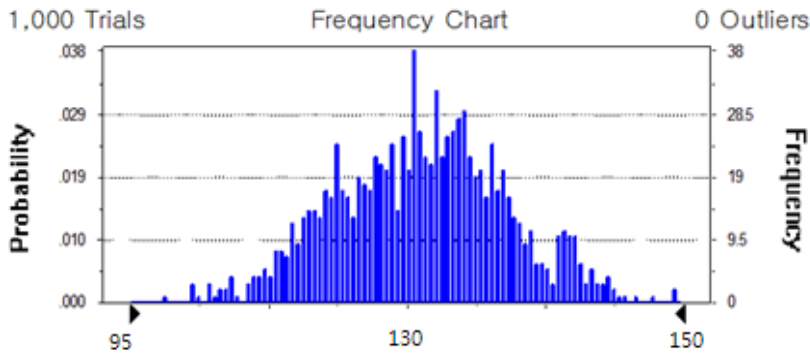


Figure 7. Result of 1000times simulations about 1occupations labor mount

Table 7로부터 필요한 인력의 최대, 최소 및 최빈값을 추정할 수 있다. 이와 같이 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 필요한 인력의 확률분포를 제공함으로써 효과적인 의사결정이 가능하다. 즉, 필요인력의 분포로부터 평균이나 최빈 값을 취할 수도 있고, 보수적인 경영자의 경우 80 또는 90분위수를 택함으로써 R&D 인력의 부족을 적극적으로 방지하고자 할 수도 있을 것이다. 반면에 R&D 인건비에 대한 부담이 큰 경우는 30~40분위수를 택함으로써 R&D 인력이 부족한 위험을 감수하더라도 인건비를 줄이는 의사결정을 내릴 수 있을 것이다.

3.2 모형 적합도 검정

본 연구에서 제안한 R&D 인력예측 방식을 실제 데이터를 활용하여 검증하였다. 글로벌 기업의 2개 사업부를 대상으로 실시하였고, 과제관리시스템에 저장된 과거 4년치의 데이터를 활용하여 검증하였다.

먼저 3년간의 데이터를 이용하여 R&D 수행기간과 직군별 필요인력의 확률분포를 도출하였고, 이를 이용하여 4년차 데이터로 검증하였다. 4년차에 계획했던 R&D 계획에 따라서 필요인력의 분포를 추정하고, 이의 평균값을 필요인력으로 정의하였다. 그 결과 시뮬레이션 결과와 실제 4년차의 R&D 인력이 5%미만의 차이를 보임을 알 수 있었다. 참고로 이 회사는 R&D 투자가 매년 급속히 증가하는 회사이고, R&D 인력의 가파른 증가율을 보이는 회사이다.

이상의 결과로부터 본 연구에서 제안한 R&D 인력 예측 방식이 실제로 정확한 추정을 할 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 다만, 보안 등의 이유로 실제 사례의 수치를 제공하지 못하고 가상의 수치 예제를 활용한 점은 아쉬운 부분이다.

4. 결 론

본 연구는 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 연구개발 업무 수행에 필요한 인력 규모의 확률분포를 정확히 추정할 수 있다는 인식에서 출발하였다. 정형화되어 있지 않은 업무의 산포를 고려하기 위해 각 업무별 수행에 필요한 시간과 소요 인력의 확률 분포를 도출하고, 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 연구개발부문의 연구 프로젝트 수행에 필요한 인력을 예측하였다.

기존 연구의 경우 확정적 모형을 이용하여 적정 인력의 평균만을 제공하므로 ① 투입 인력의 산포가 큰 연구개발 부문에 적용할 수 없으며, ② 전략이나 계획에 따른 인력규모의 최적화 연구가 이뤄지지 않았고, ③ 기존 연구 결과를 타 업종이나 산업에 적용하기 힘들다는 단점이 있다. 본 연구에서는 확률적 모형과 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 이와 같은 기존 연구의 한계를 극복하였다. 이 결과를 이용하면 업무 수행에 필요한 인력규모의 평균 뿐만 아니라 산포, 최대값, 최소값 및 백분위수 등 의사결정에 필요한 다양한 정보를 구할 수 있고, 인력 계획에 따른 다양한 시나리오를 검토해 볼 수도 있으므로 기술경영 분야에 기여도가 높은 연구라고 판단된다. 다만, 본 연구의 시뮬레이션 알고리즘은 현상을 과약하여 의사결정을 내리는데 있어서는 효과적이지만, 최적화 알고리즘을 제시하지 못하는 한계가 있다. 이러한 한계는 추후 연구를 통해 극복될 수 있을 것으로 예상된다.

특히, 연구개발 인력 규모를 결정하는 일은 대다수 연구소와 기업에서 매우 중요하고 시급하게 여기는 과제이지만 이에 대한 연구는 미미한 실정이다. 더군다나 보안상의 이유로 연구개발 인력 관련 데이터를 직접 활용한 결과는 전무하기 때문에 본 과제에서 제안하고자 하는 확률적 모형을 활용한 연구개발 부문의 적정 인력을 예측하는 방법은 관련연구자들에게 많은 도움을 줄 수 있으리라 예상된다.

REFERENCES

- Chang, S. 2008. "How to perform a job analysis." Strategic Business Consultants.
- Chun, Y. 2011. "Development of Job Satisfaction Measurement Model using Structural Equation Model." Journal of the Korean Society for Quality Management 39(1):90-97.
- Guo, Y., Pan, D., and Zheng, L. 1999. "A Forecasting Method for Manpower Requirement and Related Optimal Decision." Annals of Operations Research 87:191-198.
- Hwang, D., and Kim, M. 1989. "A Study of the Suitable Human Resources Management." Human Resources Management Research 13(4):359-408.
- Jaruzelski, B., Dehoff, D., and Bordia, R. 2005. "Money isn't everything : The global Innovation 1000." Strategy+Business. Booz Allen Hamilton Inc.
- Jung, B., and Park, K. 1999. "Modeling for Estimates of Proper Size in Supporting Staffs of Research Institutes." Human Resources Development Research 1(1):173-199.
- Kim, H., Ahn, S., and Lee, J. 2009. "An Analysis of Operational Efficiency for the Career & Counseling Jobs in Universities usign DEA." 37(4):61-70.
- Lauren, E. et al. 2006. "Innovation in job analysis: Development and application of metrics to analyze job data." Human Resource Management Review 16:310-323.

- Philipose, S. 1993. "R & D Manpower Forecasting for Chemical Industries in India." *IEEE Transactions on Engineering Management* 40(2):187-191.
- Pyun, W. 1997. "Reaseach of Job analysis and Design of New HR policy." Hyosan Business Institue.
- Siddique, C. M. 2004. "Job analysis: a strategic human resource management practice." *Int. J. of Human Resource Management* 15(1):219-244.
- Yang, I. 2002. "Work Measurement of Dietetic Staff through Work Sampling Methodology in School Foodservice System." *The Korea Nutrition Society* 35(2):263-271.

