

# 전문가시스템을 이용한 R&D과제의 진행관리모형의 개발

## Development of a Stage Management Model for R&D Projects using Expert System

권철신<sup>1</sup>, 이정일<sup>2</sup>\*, 김점복<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 성균관대학교 시스템경영공학부

<sup>2</sup> 삼성SDI 기술기획팀

### Abstract

The purpose of this study is to develop a stage management model for R&D projects using expert system in order to evaluate the successful accomplishment and diagnose the success level of projects at each development stage. Constructing this model, we classified the development projects for electronic parts, and designed the basic system structure through causation analysis between the factors of success influence and R&D process. We gathered the input data of expert system by enquete survey, and used ID3 algorithm in order to extract the reasoning rule.

### 1. 서론

격변하는 신기술·신제품개발과 같이 불확실성이 높은 경쟁환경 하에서 R&D과제를 성공적으로 관리해 나가기 위해서는 지속적인 R&D 투자의 증가나 과제의 평가·선정만으로는 해결되지 못하며, 선정된 과제를 성공적으로 유도할 수 있는 과제관리체제가 그 어느 때보다 중요하다. 그러나, 최근까지도 기업에서 행해지고 있는 관리형태는 정확한 성패원인을 포착하는 구조모형의 설계작업도 없이, 관행적 절차에 따라 적당히 행해져 오고 있으며, 관련분야의 연구상황 역시 R&D과제의 진행절차에 대한 실용적인 관리시스템이 제시되고 있지 못하다.

이러한 문제를 해결하는데 있어서 검토되어야 할 몇 가지의 중요한 현실적 문제는 첫째, R&D과제의 유형을 어떻게 구분할 것인가? 둘째, R&D과제의 성공을 어떻게 정의할 것인가? 셋째, 성공에 영향을 미치는 주요 요인들의 효과적인 관리를 통해 과제의 성공률을 향상시킬 수 있는 관리구조를 어떻게 설계할 것인가? 넷째, 이러한 관리구조를 기반으로 현재 진행중인 과제에 대한 성공여부를 어떠한 방식으로 진단하여 효과적인 의사결정을 할 수 있을 것인가? 라고 하는 문제들로서 귀착된다고 볼 수 있다.

이와 같은 배경에 근거하여, 본 연구에서는 전자부품산업을 대상으로 하여 그 사업적 특성을 반영할 수 있는 과제유형의 분류체계를 제시하고, 이어 부품산업에서 일반화될 수 있는 성공과제에 대한 적합한 기준과 과제유형별 주요 개발단계를 제시하고자 한다. 그리고 나아가, 개발의 주요단계에 핵심적인 영향을 미치는 성공의 요인들을 인과모형의 설계에 근거하여 추출하고, 신제품개발 과제의 성공을 개발진행

단계에 따라 수시로 진단할 수 있는 모형을 개발하고자 한다. 특히, 설계된 모형을 이론적인 틀로만 제시하지 않고, 기업현장에서 실제적으로 활용 가능한 전문가시스템으로 개발하고자 하는데, 이는 R&D활동에 내재되어 있는 정성적인 성공영향요인들을 효과적으로 진단하기 위해서는 「전문가시스템 (Expert System)」과 같이 지능적이고 휴리스틱한 접근방식이 유효할 것으로 판단되기 때문이다.

### 2. 선행연구의 검토

이러한 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 선행연구의 검토에서는 다음과 같은 네 가지영역으로 구분하여 검토한 후, 연구의 방향을 간결히 제시하고자 한다.

첫째, 과제유형화와 관련된 기존연구에서는 대부분 기술 및 시장적 속성에 의한 유형화의 방안을 제시하고 있다[2][4][8][10][12]. 따라서, 본 연구에서는 이러한 두 가지 속성을 기본축으로 하면서, 전자부품산업의 특성을 반영하는 R&D과제의 유형화를 설계하기로 한다.

둘째, R&D과제의 성공판정기준에 관한 연구에서는 '수익성'을 공통적으로 제시하는 경향이 있는데[13][14], 최근의 연구에서는 수익성의 다양한 복합기준들을 제시하는 연구들도 늘어나고 있다[4][6]. 본 연구에서는 R&D과제의 성공판정기준은 과제의 다양한 성과를 측정해 줄 수 있는 복합차원의 기준을 제시하되, 측정상의 오류를 최소화하는 방향으로 그 기준을 마련하고자 한다.

셋째, R&D과제의 성공영향요인에 관한 선

행연구들은 일반적인 영향요인들의 나열일 뿐, 이들 요인들에 성공영향의 구조분석을 행하지 못하고 있다[5][15][16][17]. 또한, 이들 연구들에서는 과제성공의 기술적 및 시장적 요인에 비해 관리적 요인을 소홀히 다루는 경향이 있었다. 따라서, 아이디어 기획단계에서 대량생산단계에 이르는 개발과정의 단계에 따른 성공요인들의 영향구조의 분석과 효과적 관리방안에 대한 연구가 행해져야 하며, 기존연구에서 경시되었던 관리적 성공요인에 대한 보다 정밀한 분석이 이루어져야 할 것이다.

넷째, 지금까지 R&D관리분야에서의 전문가시스템의 적용연구들은 주로 과제평가를 위한 전문가시스템이 다루어지고 있다[3][7][11]. 그러나, 이 연구들은 신제품개발활동과 같이 성공가능성의 예측에 대한 불확실성이 매우 큰 상황에서, 전문가시스템을 폭넓게 활용하지 못하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 R&D과제의 진행단계별로 성공수준을 진단할 수 있는 전문가시스템에 의한 진행관리모형을 개발하고자 한다.

### 3. 분석모형의 설계

#### 3.1 분석의 방법

본 연구에서의 분석과정은 크게 다섯 가지의 영역으로 구성된다.

(1) 신제품개발과제의 성공기반구조를 설계하기 위해, 문헌조사와 심층면접을 실시함과 동시에 전자부품개발기업의 연구소 및 사업본부 등의 현장을 수 차례 방문하여 인터뷰조사를 실시하였다.

이러한 「예비조사」를 바탕으로 설문지를 작성하여 조사를 행한 후, 추출된 제 측정변수들의 신뢰성을 검증하기 위해서 「크론바하 알파 테스트(Cronbach's Alpha Test)」를 실시하여 각 단위변수들의 개별속성을 파악한다. 특히, 설문서는 우리나라 전자부품기업의 수행과제 한 건당 한 설문지의 형태로 수집되며, 설문 응답자는 과제수행의 책임자로 한정함으로써 조사의 타당성과 신뢰성을 확보하도록 하였다.

(2) 성공기반 구조상에서 추출된 변수들에 대해 「요인분석」을 행하여 의미있는 '주영향요인'과 '주개발단계'를 도출한다. 이는 변수의 직접적인 취급을 용이하게 할 뿐만 아니라, 총 변수에 내재된 기여율을 파악함으로써 유용한 해석이 가능하도록 뒷받침해 주는 역할을 한다.

(3) 도출된 주영향요인과 주개발단계간에 성공인과구조를 해명하기 위하여 「다중회귀분석」을 구사한다.

(4) 과제성공의 판정구조를 설계를 위해 R&D생산성 개념에 입각해서 변수를 추출하고, 이 변수들을 이용하여 표본과제들의 성공수준을 판정하게 된다.

(5) 각 개발과제들에 대하여 성공진단을 행하는 전문가시스템을 개발하기 위한 도구로서

는 「귀납적 추론방식」인 「First\_Class」를 이용하여, 도출된 진단규칙을 이용하여, 「연역적 추론방식」인 「Exsys Professional」을 이용하여 최종모델인 진단시스템을 개발한다[9].

#### 3.2 변수의 선정

개발과정 변수들은 전자부품기업에서의 개발과정에 대한 정보를 수집하고, 이를 근거로 하여 총 16종의 변수를 추출하였으며, 성공영향 요인변수는 기술적, 시장적, 관리적 관점에서 검토하여, 본 연구와 직접 관련되는 변수들로 총 24종을 선정하였다. 그리고, 성공판정 요인 변수는 「R&D생산성(Researchivity)」의 개념에 입각하여 '유효성기준'과 '능률성기준'으로 구분하여 총 16종의 변수를 선정하였다.

### 4. 부품개발과제의 유형화

R&D과제의 일반적인 유형화 형태인 '기술'과 '시장'이라고 하는 두 개의 축과 전자부품업체의 사업적 특성을 통합한 관점에서의 과제 유형화를 설계하고자 한다.

#### (1) 시장적 측면에서의 유형화

'독자형 사업구조'는 완제품에 대한 시장과 기술흐름을 부품개발업체가 미리 파악하여, 이를 선도하는 부품을 독자적으로 개발하고, 이를 글로벌 표준화하는 과정으로 사업을 전개해가는 형태로 볼 수 있는데, 이를 「고객선도형 과제」라 하며, '종속형 사업구조'는 동일계열사가 요구하는 제품개발에 필요한 부품을 수동적으로 개발하여 이를 완제품 기업에 납품하는 사업구조를 보인다. 이러한 사업전개형태를 「고객지원형과제」라 한다.

#### (2) 기술적 측면에서의 유형화

기술의 구조가 복잡함으로 인해 기술실현이 어렵고, 국제적 기술주기상 아직 성장기에 해당되어 기술적 회소성이 있는 기술을 일반적으로는 '독창적 기술' 혹은 '혁신적 기술'이라 하는데, 본 연구에서는 이러한 유형에 속하는 기술을 이용하여 부품개발을 행하는 과제를 「독창기술형 과제」로 명명하며, 기술의 구조가 비교적 단순하여 기술실현이 어렵지 않고, 국제적 기술주기상 이미 성숙단계에 이르고 있어 기술적 회소성이 다소 떨어지는 기술을 '복합적 기술' 혹은 '개량적 기술'이라 하는데, 본 연구에서는 이러한 유형에 속하는 기술을 결합하여 부품개발을 행하는 과제를 「복합기술형 과제」로 명명한다.

결국, R&D과제의 유형화 모형은 종축은 기술의 독창적 수준에 따라 '독창기술'과 '복합기술'로 구분하며, 횡축은 고객선도의 수준에 따라 '고객선도'와 '고객지원'으로 구분하였다. 이 구분에 따라 응답된 총 52개의 과제들 중, 「독창선도형과제」는 12건, 「독창지원형과제」는 7건, 「복합지원형과제」는 14건, 「복합

선도형과제」는 19건으로 나타났다.

## 5. 성공과제의 판정모형

### 5.1 R&D생산성의 개념

일반적으로 생산성(Productivity)이란 생산요소 1단위의 투입에 의해 산출되는 부가가치의 양을 말하는 것으로, R&D에 있어서도 생산성의 개념을 도입하게 되면 투입량(Input)에 대한 산출량(Output)의 비율로 정의할 수 있으며, R&D생산성의 평가는 「유효성(Efficacy)」과 「능률성(Efficiency)」의 양면으로 구분하여 평가되어야만 한다[1].

유효성개념에 입각한 평가원리는 R&D활동에 있어서 한정된 자원을 투입하여 최대의 산출물을 내기 위한 것으로, 이는 「개발방향론」에 입각한 과제의 판정원리라고 할 수 있으며, 평가지표로는 산출물의 양을 측정하는 「논문」, 「보고서」, 「저서의 발간수」 등과 산출물의 질을 측정하는 발표된 「논문의 인용횟수」, 「실용화에 따른 기술적 기여도」, 「수익성」, 「특허출원 및 등록건수」 등이 사용되고 있다.

능률성개념에 입각한 평가원리는 R&D활동에 있어서 정해진 개발목표를 달성하는데 투입되는 요소를 최소화하기 위한 것으로, 이는 「개발방법론」에 입각한 과제의 판정원리라고 할 수 있으며, 평가지표로는 연구비용, 연구인력, 연구기간, 기술목표 등에 대한 「계획대비 투입실적률」이 많이 이용된다.

이러한 개념에 따라 본 연구에서는 「R&D과제가 얼마나 성공적이었는가」에 관한 문제를 과제수행에 관련하여 「R&D생산성(Researchitivity)」이 얼마나 뛰어났는가」에 관한 문제로 포착하여 활용하고자 한다.

### 5.2 성공판정모형의 구조

52개의 부품개발과제를 대상으로 16가지의 R&D생산성 척도에 대한 과제책임자들의 설문조사에서 전체 과제들의 판정점수들의 총 평균값은 5.00점이었고 유형별로는 「고객선도형과제」가 5.02점, 「고객지원형과제」가 4.98로서, 과제유형간에 판정요인의 득점차는 거의 없다는 사실이 나타났다.

따라서, 본 연구에서는 평균값인 5.0을 중심으로 과제의 획득점수가 6점~7점이면 「고성공(High Success)」, 3점~5점이면 「저성공(Low Success)」, 0점~2점이면 「실패(Failure)」로 규정하였다.

이 정의에 따라 각 유형별 과제들의 성공수준을 구체적으로 살펴보면, 「고객선도형과제」에서는 고성공 과제가 19건, 저성공 과제가 11건, 실패 과제는 1건이었으며, 「고객지원형과제」에서는 고성공 과제가 11건, 저성공 과제가 10건으로 나타나, 본 연구에서 채택한 성공판정기준에 의해 구분된 두 가지 수준영역이 균형있게 나누어졌다고 볼 수 있다.

## 6. 성공과제의 인과모형

### 6.1 주요 단계와 영향요인

16종의 개발과정 단계변수를 이용하여 「요인분석」을 행한 결과, (a) 창의성기획단계, (b) 경제성검토단계, (c) 기술성검토단계, (d) 신제품구현단계, (e) 제조성검토단계 등의 다섯 개의 주요 개발단계가 도출되었다.

24종의 성공영향변수들을 이용하여 「요인분석」을 행한 결과, (a) 기술정보의 활용능력, (b) 개발조직의 인적역량, (c) 시장중시의 조직풍토, (d) 개발조직의 관리능력, (e) 시장조사의 분석능력, (f) 개발과제의 관리능력, (g) 과제관리의 지원체제, (h) 특허정보의 활용수준 등의 여덟 개의 주요 성공영향요인들이 도출되었다.

### 6.2 인과구조의 분석결과

주요 성공영향요인과 주요 개발과정단계간의 인과구조를 설명하기 위해 「다중회귀분석」의 「Stepwise」 방식을 사용하여, 유의도가 0.15이상의 요인만을 선택하였다. 분석은 과제유형별로 따로 분석하였으며, 두 가지 과제유형별로 도출된 주요 개발과정단계들에서 영향을 미치는 핵심 성공영향요인들은 전문가진단시스템의 진단항목으로 활용된다.

#### (1) 고객선도형 과제군의 인과구조

「창의성 기획단계」에서는 「개발조직의 인적역량」과 「특허정보의 활용수준」 등이, 「경제성 검토단계」에서는 「시장중시의 조직풍토」, 「시장조사의 분석능력」 등이, 「기술성 검토단계」에서는 「개발조직의 인적역량」, 「신제품 구현단계」에서는 「특허정보의 활용수준」만이 이 단계에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 「제조성 검토단계」에서는 「기술정보의 활용능력」, 「개발조직의 인적역량」, 「시장중시의 조직풍토」, 「시장조사의 분석능력」 등이 성공에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### (2) 고객지원형 과제군의 인과구조

「창의성 기획단계」에서는 「시장중시의 조직풍토」, 「경제성 검토단계」에서는 「기술정보의 활용능력」, 「시장중시의 조직풍토」, 「개발조직의 관리능력」, 「개발과제의 관리능력」, 그리고 「특허정보의 활용수준」 등이, 「기술성 검토단계」에서는 「개발조직의 인적역량」, 「시장조사의 분석능력」, 「과제관리의 지원체제」, 「특허정보의 활용수준」 등이, 「신제품 구현단계」에서는 「과제관리의 지원체제」와 「특허정보의 활용수준」 등이, 「제조성 검토단계」에서는 「개발조직의 인적역량」만이 이 단계에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## 7. 성공과제의 진단모형

성공과제 인과모형과 성공과제 판정모형에서 도출된 결과 값을 활용하여 성공과제 진단모형을 개발하기 위한 절차는 다음과 같다.

(1) 성공영향요인과 성공개발단계의 인과구조를 진단시스템설계의 기본틀로 설정하고, 개발단계별 영향요인을 진단요인으로 선정한다.

(2) 성공판정모형에서 도출된 각 과제들의 성공수준 값들 즉, 과제획득점수가 6점~7점이면 'High Success', 3점~5점이면 'Low Success', 0점~2점이면 'Failure'로 명목척도화하여 입력한다.

(3) 「ID3」 알고리즘을 이용한 「First\_Class」를 이용하여 진단규칙을 도출한 다음, 도출된 진단규칙을 「ExSys Professional ver. 5.08w」에 입력하면 개발이 완료된다.

## 8. 결 론

본 연구에서의 주요성과로서는 과제성공 인과모형을 통해서 복잡한 개발과정을 다섯 가지의 개발과정단계와 과제수행상에 영향을 주는 여덟 가지의 성공영향요인들을 도출하여 각 단계별 인과영향구조를 규명한 후, 이를 근거로 하여 각 과제유형별로 다섯 가지의 단계별 진단을 행할 수 있는 전문가시스템의 개발이라 하겠다.

이는 신부품개발 성패원인의 규명에 있어 요소간의 인과구조적 분석방법을 제시함과 동시에 경영자에게 실패 가능한 과제에 대하여 사전예방조치 또는 조기중단 등 의사결정을 지원할 수 있는 유용한 수단이 될 것이다.

그러나, 본 연구의 분석표본에 있어서 국내의 전자부품개발 대기업에서 최근 5년 이내에 완료된 개발과제를 대상으로 하였으나, 실제로 수행 완료된 과제의 건수가 적어 개념적으로는 기술과 시장특성을 고려한 네 가지 과제유형을 제시했지만, 자료의 통계적 분석과정 및 결과해석에서는 시장특성 측에 의한 「고객선도형과제」와 「고객지원형과제」의 두 가지 과제유형만을 대상으로 할 수밖에 없었다. 따라서, 추후 전자부품의 종류별로 좀 더 폭넓은 설문대상을 설정하여 네 가지 유형에 의한 실증적 연구가 수행될 필요가 있다.

## 참고문헌

1. 권철신, (1997), 한국통신의 연구개발 수행체계 개선 방안연구, 6장. 성과평가체계의 구조, 한국통신 경영연구소, 104-140.
2. A. J. Shenhar, (1993), From Low to High-Tech. Project Management, R&D Management, 23(3), 199-214.
3. A. Wilkinson, (1991), Developing an Expert System on Project Evaluation, Part I-III, R&D Management, 21(1), 3-4

4. C. K. Bart, (1993), Controlling New Product R&D Projects, R&D Management, 23(3), 187-197

5. D. H. Lester, (1998), Critical Success Factors for NPD, R · T · M, 41(1), 36-43.

6. Ian Barclay, (1992), The NPD Process : Part2 Improving the Process of NPD, R&D Management, 22(No.4), 307-318.

7. J. Akoka & B. Leune, (1994), An Expert System for Feasibility Assessment of Product Development, Expert Systems with Applications, 7(2), 291-303.

8. J. H. Taggart & T. J. Blaxter, (1992), Strategy in Pharmaceutical R&D : a Portfolio Risk Matrix, R&D Management, 22(3), 241-254

9. J. R. Quinlan, (1983), Machine Learning; An AI Approach, Chapter 15, Morgan Kaufmann Publishers, 463-482

10. Larry Dwyer & Robert Mellor, (1991), New Product Process Activities and Project Outcomes, R&D Management, 21(1), 31-42.

11. M. J. Liberatore & A. C. Stylianou, (1995), ESSs for NPD Decision Making : A Modeling Framework and Applications, Management Science, 41(8), 1295-1316.

12. R. Balachandra, (1997), Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation : A Contextual Framework, IEEE Transaction on Engineering Management, 44(3), 276-287.

13. R. J. Calantone, C. Anthony di Benedetto & Richard Divine, (1993), Organizational Technical and Marketing Antecedents for Successful New Product Development, R&D Management, 23(4), 337-349.

14. R. G. Cooper & E. J. Kleinschmidt, (1987), What Makes a New Product a Winner : Success Factors at the Project Level, R&D Management, 17(3), 175-190.

15. R. G. Cooper & E. J. Kleinschmidt, (1996), Winning Business in Product Development : The Critical Success Factors, R · T · M, 39(4), 18-29.

16. R. G. Cooper, (1999), From Experience the Invisible Success Factors in Product Innovation, J Product Innovation Management, 16, 115-133.

17. W. E. Souder & S. A. Jenssen, (1999), Management Practices Influencing New Product Success and Failure in the US and Scandinavia : Across-Cultural Comparative Study, J Product Innovation Management, 16, 183-203.