

## 퍼지이론을 적용한 정보시스템 모형의 구축

정희진\*, 정충영\*\*

### Development of Information Systems Model Applying Fuzzysset Theory

Hee-jin Jung \*, Choong-yeung Jung \*\*

#### 요 약

본 연구에서는 정보시스템 프로젝트 계획모형에서의 가능성 계획법 적용을 제시하고 있다. 정보시스템 프로젝트 계획모형에서 관리자와 의사결정자들은 불명확한 정보나 주관적 견해로 인해 흔히 일정계획, 비용, 성능(품질)과 같은 모수의 추정에서 많은 어려움을 겪게 된다. 이러한 경우 가능성 의사결정모형은 현실적 의사결정모형에서 적용 가능한 해법을 제시할 수 있게 된다. 본 연구에서 적용된 CPM은 프로젝트가 완료되는 시점을 결정하고 프로젝트를 수행하기 위해 각 활동들의 수행시작 일정을 수립하는 데 목적이 있는 기법이다. 가능성 계획법을 적용한 CPM(Critical Path Method)에서는 의사결정자의 열망수준, 의사결정상의 애매함을 고려할 수 있으며, 계산상의 효율성도 제고할 수 있다. 본 모형은 GINO을 이용하여 해를 구하였으며, 수치 예와 해가 제시되어졌다.

#### Abstract

This paper presents a practical application of possibilistic programming in a information system projects planning model. The estimate of the parameters of the model is often a problematic task for the decision maker(DM), Who has imprecise information or express his considerations subjectively. In this case, possibilistic decision making models can provide an important aspect in handling practical decision making problems. We suggest CPM(Critical Path Method) applying possibilistic programming. CPM is an approach to planning and coordinating large projects by directing managerial focus to the project's most critical aspects and providing completion time of project and beginning time of each activity. This model is an aid in the control of considering aspiration levels by the DM, the fuzziness of decision making, and computational efficiency. The problem is solved by using GINO computer package and the best compromised solution is found.

▶ Keyword : Information Systems Project Planing Model, Possibilistic Programming, CPM

• 제1저자 : 정희진

• 접수일 : 2004.09.11, 심사완료일 : 2004.11.13

\* 영진전문대학 e-비즈니스계열 인터넷사무경영전공, \*\* 경북대학교 경상대학 경영학부

## I. 서론

기업을 둘러싼 환경의 급속한 변화와 조직구조의 복잡성은 현대 기업 활동에서 정보기술의 중요성을 증대시키고 있다. 모든 조직에서 정보화를 통한 경쟁력 제고는 가장 중요한 이슈의 하나로 인식되어져 가고 있으며 이로 인해 e-비즈니스의 확산과 최신 정보시스템의 도입이 증가하고 있는 실정이다. 오늘날의 정보시스템 개발 프로젝트는 많은 시스템 통합 업체에 의해 수행되고 있으나, 규모가 크고 기술의 복잡성으로 인해 관리의 어려움이 증대되고 있다 할 수 있다. 이에 정보시스템 관련 의사결정자들은 적절한 정보와 과학적 분석에 근거한 합리적인 의사결정방법이 필요하게 되었으며, 이러한 분야에서 많은 연구들이 이루어져왔다. 정보시스템 프로젝트 관리의 어려움은 프로젝트 진행에 포함된 불확실성이라 할 수 있으며, 이는 프로젝트 자체의 예측에 의한 일정계획, 비용, 성능(품질) 등이라 할 수 있다 [11]. 세부적으로 살펴본다면, 과도하거나 잘못 이해된 프로젝트의 범위 설정, 프로젝트의 계획수립단계에서 발생할 수 있는 미흡한 일정계획, 사용자에 대한 범위 이해, 요구사항 정의 등이 고려하여야 할 사항이다[4]. 관리자들은 이에 대한 요소를 파악하여 개발방향, 접근법 및 활동 방안을 포함하는 계획 활동을 수립하여 진행하여야 한다. 특히 정보시스템 자체의 품질과 관련하여 시간과 비용이 주요 요인으로 나타나고 있으며[4][6][8], 이에 대한 적절한 일정수립의 필요성이 대두된다 할 수 있다.

이를 위해 본 연구에서는 정보시스템 프로젝트의 상호관련된 활동들을 계획, 조직, 통제하기 위해 CPM(Critical Path Method)을 적용하기로 한다. CPM은 프로젝트가 완료되는 시점을 결정하고 프로젝트를 수행하기 위해 각 활동들의 수행시작 일정을 수립하는 데 목적이 있는 기법이다. 이러한 프로젝트는 수많은 작업(activity)으로 구분되고 각 작업에 소요되는 시간들은 일반적으로 명확하지 않고 애매(fuzzy)한 것이 일반적이다. 따라서, 본 연구에서는 전통적 PERT(Program Evaluation and Review Technique)/CPM과는 달리 작업의 소요시간을 가능성 분포로 추정하고 이를 바탕으로 가능성의 정도에 따른 프로젝트의 계획과 관리를 수행하도록 하고자 한다. 우선, CPM과 가능성계획법

에 대한 고찰 후, 불명확한 계수가 모형에 포함된 가능성 계획법을 적용한 프로젝트 관리 모형을 구축하고 수치 예를 제시하게 될 것이다. 모형구축의 단계는 다음과 같다.

- ① 가능성 다목적 문제를 구간표시 모형으로 제시
- ② 각 목적함수에 대해 이상해와 반이상해 도출
- ③ 각 목적함수에 대해 이상해와 반이상해 차이도출
- ④ 목적함수를 제약하는 제약식을 구간표시 모형의 제약에 추가
- ⑤  $\alpha$  값을 0에서 1까지 일정한 간격으로 정하고 그  $\alpha$ 에 대한 해를 구하여 가능성분포 도출

본 논문은 전체가 4장으로 구성되어진다. I장에서는 본 연구의 전체적인 방향을 제시하고, II장에서는 이론적 배경으로서 일반적 프로젝트 관리에 대한 소개와 전통적 PERT/CPM에 대한 고찰로 이루어진다. III장에서는 가능성 계획법의 의의와 가능성 다목적계획모형의 구축 및 예제를 통해 CPM에 대한 적용과정을 도출하고자 하며, IV장의 결론을 통하여 본 연구의 의의 및 한계점을 제시하고자 한다.

## II. 이론적 배경

본 절에서는 본 연구의 주 대상인 프로젝트 수행과 가능성 계획법에 대한 이론적 고찰을 하고자 한다. CPM에 대한 고찰에서는 프로젝트의 특성, CPM의 목적 및 일반 프로젝트에 대한 CPM의 적용을 요약하였다. 가능성 계획법에서는 정의 및 기존연구에 대한 고찰로 구성하였다.

### 2.1 CPM에 대한 고찰

#### 2.1.1 프로젝트 관리

프로젝트는 일회성 사업으로 동일하거나 유사한 업무가 정해진 사이클에 따라 반복되는 일반 제조/생산관리와는 구분되어진다. 프로젝트는 1회적인 성질로 인해 이전에 전혀 직면하지 못했던 상황에 직면할 수 있으며, 이로 인해 프로젝트의 관리는 매우 어렵다 할 수 있다. 프로젝트는 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

- ① 프로젝트 수행 시 일반적으로 예측하지 못한 여러 가지 변화가 발생할 수 있다. 이 변화는 프로젝트 비용, 기술 및 자원에 중대한 영향을 미칠 수 있다. 프로젝트의 기간이 길수록 시간과 비용을 불확실성을 가진다 할 수 있다.
- ② 프로젝트는 그 성질상 복잡하다. 상호관련을 갖는 많은 작업과 조직 내, 외의 참여자들이 복잡성을 더한다.
- ③ 프로젝트는 연속적인 성질을 지닌다. 어떤 작업을 다른 작업이 완료될 때 까지 시작될 수 없다.
- ④ 프로젝트는 1회적으로 예측하지 못한 상황에 직면할 수 있다.

특히 정보화가 진행됨에 따라 정보시스템 프로젝트의 성공적인 관리가 기업의 성공적인 운영과 밀접한 관계를 가지는 것으로 나타나고 있다. 정보시스템 개발 프로젝트는 많은 시스템통합업체에 의해 이루어지고 있으며 효과적인 목표수행을 위하여 전문 인력 및 자원이 투입되고 있다[11]. 그러나, 이러한 프로젝트들이 실패하거나 진행상의 여러 문제점들로 인해 정해진 목표에 도달하지 못한 상태로 종료되는 경우가 빈번하게 발생하고 있으며 이는 프로젝트 관리상의 방법에 기인한다고 할 수 있다. 이에 AHP등의 기법을 이용하여 프로젝트 추진에 영향을 미치는 불확실한 사건이나 조건을 보다 구체화하여 정형화한 항목들을 위험요인으로서 정의하고 요구사항의 잦은 변경, 프로젝트 초기에 신중히 고려하지 않은 프로젝트 일정계획, 과도한 프로젝트 범위 등을 요인으로 제시할 수 있으며, 프로젝트의 관리는 고객과의 우호적인 관계를 바탕으로 하여 프로젝트 자체의 일정과 원가, 성능(품질) 등의 요소를 고려할 수 있다. 프로젝트 수행에 있어 고려하여야 할 위험 우선순위는 다음과 같이 제시되어질 수 있으며, 이는 프로젝트의 시간(일정), 비용(예산) 및 품질(성과) 요소들이다. 정보시스템 프로젝트가 실패하거나 비정상적으로 종료할 경우 다음의 네 가지로 분류할 수 있다[4].

- ① 유사 실패로서 정보시스템이 정해진 목표에 부합되지 않은 것
- ② 처리 실패로서 정보시스템이 주어진 시간이나 비용을 초과한 것
- ③ 상호작용 실패로서 개발된 정보시스템이 사용되지 않음
- ④ 기대 실패로서 정보시스템이 이해관계자의 기대를 충족시키지 않는 것

정보시스템 프로젝트의 성공요인으로 사업기간, 사업비 적정 유무, 유사 프로젝트 수행 경험 여부 등의 30개의 변수들을 추출한 후, 개발 프로젝트 성공모형이 제시되었다. 프로젝트의 성공에 영향을 미치는 요인으로 개발자 요인, 사업요인, 발주자 요인이 추출되었다. 개발자 요인으로는 프로젝트 담당자의 대외 신뢰정도, 개발팀 구성의 적정도 등이, 사업 요인으로는 사업기간, 첨단 기술로 인한 위험도 등이, 발주자 요인으로는 담당자의 업무 이해도, 의사결정의 적시성 등이 포함되었다[8]. 성공적인 프로젝트를 위해서는 계획단계에서 진행할 업무를 계획하고 위험 혹은 문제화될 부분을 예측, 준비하여야 하며, 이를 위해 적절한 일정의 수립, 자원의 배정과 예산수립이 중요하다[11].

한편, Henri 등[17]은 정보시스템 프로젝트 관리를 위해 요인분석을 수행하였으며, 이를 바탕으로 체크리스트를 작성하였다. 여기에는 기업 환경, 자금, 일정, 기술, 프로젝트 인원과 같은 요소들이 포함되었다. Kweku[24]는 정보시스템 프로젝트는 흔히 비용과 시간의 초과 및 예상되는 효익을 산출하는 데 실패함으로써 관리에 어려움이 있다고 전제한 후, 재무적 관점에서 위험관리에 대한 모형을 제시하고자 하였다. Schmidt 등[28]은 정보시스템 프로젝트가 진행되는 조직의 기업문화, 개인적 요인적인 측면에서 개발 단계의 위험요인들을 파악하고자 하였다. 따라서 정보시스템을 성공적으로 수행하기 위해서 관리자는 시간, 비용, 품질 등과 관련된 위험 요소들을 파악하여 이에 대한 주의를 기울여야 할 것이다.

### 2.1.2 전통적 PERT와 CPM에 대한 고찰

이러한 프로젝트 관리를 위한 기법의 하나로 PERT와 CPM이 개발되었다. PERT와 CPM은 프로젝트의 수행에 있어 주요작업을 확인하는 것이며, 이러한 기법에 의해 비주요작업들에 대한 여유를 알 수 있는 것이다. 따라서 PERT와 CPM은 관리자에게 다음의 정보를 제공할 수 있다.

- ① 주요작업이 무엇인가?
- ② 비주요작업은 무엇인가?
- ③ 비주요작업의 여유는 얼마인가?

일정관련 정보만을 계산대상으로 한 PERT는 확립된 표준이 없는 조건하에서 작업을 수행하는 계획에 이용되는 기법이라 할 수 있으며 작업완성시간을 위해 확률분포에 의한 3가지 추정치를 사용하고 있다. 이에 반해 CPM은 PERT와 마찬가지로 하나의 프로젝트 수행에 필요한 다수의 세부작업을 관련된 계획공정표로 묶고 이를 최종목표로 연결시

키는 종합관리기법이라 할 수 있으며 작업시간에 하나의 추정치만을 이용하고 있으며 PERT와 같이 시간추정뿐만 아니라 비용의 추정도 포함하고 있다. 이뿐만 아니라 기타 자원의 관리, 자원간의 Trade-off, 일정의 분석, 자원이용의 균형화 등과 같은 도구로 확장할 수 있다. CPM하에서 시간 및 비용 추정은 네트워크에서 각 활동에 대해 제시되어진다. 이 두 추정은 정상추정과 속성추정으로써 정상시간의 추정은 PERT에서 추정하는 시간과 거의 유사하다 할 수 있으며 정상시간에 작업이 완료되는 것과 관련되어 있다. 프로젝트의 긴급수행에 따른 추가비용은 긴급완료에서의 절약비용과 비교될 수 있다. 특히 CPM의 적용은 다음의 절차를 거쳐 프로젝트 관리를 하게 된다.

- 절차 1 : 프로젝트의 분석
- 절차 2 : 작업의 순서 결정
- 절차 3 : 작업시간과 비용의 수정
- 절차 4 : 네트워크의 작성
- 절차 5 : 단계별 분석의 해 도출
- 절차 6 : 검토 및 통제를 통한 자원활용의 분석, 적용

## 2.2 가능성 계획법에 대한 고찰

### 2.2.1 가능성 계획법의 의의

경영자는 기업 활동에 관련된 활동들에 대해 끊임없이 의사결정과정을 거치게 되며 이에 적절한 정보와 과학적 분석에 근거한 합리적 의사결정방법의 필요성이 대두되게 된다. 선형계획법, 네트워크 모형, 시뮬레이션, 대기행렬모형 등이 그 예라 할 수 있다. 선형계획모형은 다양한 의사결정 과정에 이용하는 기법이라 할 수 있으나, 변수에 내재된 불확실성의 전반적 평가에는 적합하지 않다고 할 수 있다. 이에 모형의 투입변수에 대해 확률적 분포가 주어지는 확률적 프로그래밍이 도입되기 시작하여 재고이론, 시스템 운영, 미시경제학, 금융분야 등에서 많은 도입이 이루어졌다. 매개변수가 확률변수로 주어지는 확률적 프로그래밍은 1950년 말부터 이용되어지기 시작했으며 기본적으로 전체 집합 내의 어느 한 요소가 발생할 가능성을 다루는 기법으로서 표본공간내의 어떤 사건이 일어날 가능성을 확률적으로 나타낸다. 이때 표본 공간내의 모든 가능한 사건의 확률을 모두 합하면 1이 된다. 그러나 이러한 이론적 연구와 응용이 활발히 이루어졌으나 계산상의 효율성과 의사결정상의 불명확성을 적절히 반영하지 못했다는 점 때문에 현실적 해를 구하는 데는 크게 공헌하지 못했다.

가능성계획법은 확률에 의해 취급되어온 불확실성을 퍼

지이론에 포함시킨 것으로 가능성은 일상 언어의 불확실성을 비교적 비정형적 값으로 나타낸 값이라 할 수 있다. 가능성 분포 함수는 확률의 경우의 함수 즉, 누적밀도함수가 아니고 오히려 밀도함수에 가까운 것이라 할 수 있다. 어떤 사건의 가능성이 높다고 해서 반드시 확률이 높지는 않으나, 가능성이 낮으면 확률도 낮다고 할 수 있다. 따라서 가능성은 확률의 상한값이라 할 수 있다. 가능성 이론은 Zadeh[31]에 의해 처음 제시되어졌으며, Dubois 등[15]에 의해 많은 발전이 이루어졌다. Canestrelli 등[13]은 의사결정 변수가 비퍼지(crisp)이고, 계수가 연속 퍼지 수로 구성된 가능성 2차 모형을 제시하였으며, Hayashi[16]는 기존의 GMDH(Group Method of Data Handling)에 가능성 분포를 적용함으로써 퍼지 GMDH 모형을 구성하였다. 이 모형은 퍼지 수 형태의 변수가 포함된 비선형모형으로써 이론보다 실제 응용측면에서 보다 효율적임을 강조하고 있다. Inuiguchi 등[19]은 멤버십 함수가 해의 효율성 비교를 위한 가능성과 필연성 정도를 나타내도록 하는 가능성 다목적선형계획모형을 제안하였다. 또한, Inuguchi 등[20]은 가능성 프로그래밍에서 멤버십 함수를 도출해내는 기법을 제안하였다. 이 모형에서 이들은 구간별 목표 테이블을 설정함으로써 멤버십 함수를 결정하였다. Tanaka 등[28]은 기존의 선형계획모형과 확률적 프로그래밍이 현실적 제약을 가짐을 지적한 후, 퍼지 변수사이의 관계를 통해 구간, 삼각형 및 지수 가능성 분포의 3가지 형태의 모형을 제시하였다. Tran 등[29]은 통계적 회귀의 중심화 경향과 퍼지회귀의 가능성 속성을 결합한 모형을 구축하여 각 회귀집근법의 약점을 보완하고자 하였다. Yu 등[30]은 가능성 회귀분석의 검토를 통해 필연성 분석에서의 선형계획모형은 주어진 데이터에 큰 편차가 발생할 경우 가능해가 없다고 하였다. 이 연구에서 이들은 주어진 데이터의 필연성 영역 확보를 위해 비선형 구간 모형보다 선형 프로그래밍에 기초한 구분적(piecewise) 필연성 회귀분석을 구축하였다.

### 2.2.2 가능성 계획법의 CPM 적용

정보시스템 프로젝트를 추진하는 관리자는 관련 지식과 현장 경험이 풍부하다 하더라도 외부환경과 프로젝트 내 많은 요소들을 정확히 예측한다는 것은 매우 어려운 일이라 할 수 있다.

전통적 PERT와 CPM기법의 한계점으로는 첫째, 관리자가 주경로상의 활동에만 관심을 집중하여야 한다는 것이다. 유사 주경로가 지연될 경우 주경로로 대체될 경우가 발생되기 때문에 유사경로에도 관심을 기울여야 한다는 것이다. 둘째, 기존의 PERT와 CPM에서는 각 활동에 대한 시간에

대해 낙관추정치, 보편추정치 및 비관추정치를 이용하여 각 추정치는 베타( $\beta$ )확률분포를 따른다고 가정하고 있다. 베타 확률분포에 따른 값을 계산하는 공식은 근사치이기 때문에 평균값에 대해 오차가 발생할 수 있는 가능성이 존재하는 것이다. 셋째, 통계적 정보 부족에 따른 1회성 생산 과제 수행의 어려움이 있다.

CPM에서는 각 활동에 대한 비용추정치가 확정적 도구(deterministic tool)로써 제시되어진다. 비용 추정치 또한 시간과 마찬가지로 주관적 추정에 의해 도출될 수 있는 것이다. 이러한 경우 퍼지집합 이론을 적용하는 것이 하나의 대안이 될 수 있다. 퍼지 집합은 1965년 현상의 불확실한 상태를 그대로 표현해주는 방법으로서 Zadeh[31]에 의해 소개되었다. Ignizio[18]는 최초기대시간(earliest expected time)을 이산 퍼지수로 계산한 네트워크 모형을 제시하였으며, 의사결정자의 위험수준에 따라 네트워크 모형에서의 비용을 분석한 모형을 연구하였다. 본 연구에서는 기존의 CPM 모형에서 이용되었던 확정적 도구로서 하나의 추정치만을 사용하였던 관련 비용과 소요시간에 가능성 계획법을 이용한 퍼지값을 적용함으로써 새로운 프로젝트 관리 모형을 제시하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 불명확한 계수를 포함한 프로젝트 모형 상황에 가능성 이론을 적용한 해법을 제시하는 데 그 목적이 있다. 관리자의 의사결정상황에서의 불명확성을 가능성 분포로 나타내고 현실적 의사결정상황에서 다수목표들을 고려할 수 있는 다목적계획모형 형태를 구축하여 이를 프로젝트 모형에 적용시킴으로써 새로운 접근법을 제시하고자 한다. 프로젝트의 각 활동에 대한 값이 가능성 분포 하에서 제시되어지며, 의사결정자의 열망수준의 정도가 반영됨으로써 일정계획관리에 대해 보다 유연적으로 의사결정자가 대처할 수 있다.

### III. 가능성 계획법을 이용한 정보시스템 프로젝트 계획 모형

#### 3.1 CPM 선형계획모형의 구축

일반적 프로젝트 관리 모형의 해법 외에도 선형계획법을 이용하여 CPM에 대한 최적 일정계획을 찾아낼 수 있다.

<표 1>은 프로젝트관리 선형모형에 이용될 지수와 변수에 대한 정의를 나타내고 있다.

표 1. 기호의 정의

지수(indices)	
$i$ = 프로젝트 단계	$i = 1, 2, \dots, n$
$j$ = 프로젝트 활동	$j = 1, 2, \dots, m$
매개변수	
$W$ = 프로젝트 단축시간에 소요되는 총비용	
$x_i$ = 단계 $i$ 의 개시시간	
$X_i$ = 단계 $i$ 의 완료시간	
$y_j$ = 활동 $j$ 의 단축시간	
$c_j$ = 활동 $j$ 에 대한 단축비용	
$m_j$ = 활동 $j$ 의 가능한 단축시간	
$N_j$ = 활동 $j$ 에 대한 정상시간	
$T_b$ = 프로젝트 시작 시간	
$T_f$ = 프로젝트 완료 시간	

위의 기호를 이용하여 CPM 선형계획모형에 대한 다음의 관계식이 구성되어지며 이들 관계식은 제약식으로 사용될 것이다.

$$\begin{aligned} \text{Min } W &= \sum_{j=1}^m (c_j y_j) \\ \text{st. } & \\ X_i - x_i + y_j &\geq N_j & \forall i, \forall j, & (1) \\ y_j &\leq m_j & \forall j & (2) \\ x_1 &= T_b & & (3) \\ X_n &= T_f & & (4) \end{aligned}$$

목적식은 정상비용을 추가하는 단축비용을 최소화하고자 하는 단축계획으로 구성된다. 제약식 (1)은 단계  $i$ 의 완료시간은 선행활동  $j$ 의 정상시간  $N_j$ 에서 선행활동  $j$ 의 단축시간  $y_j$ 를 차감한 값을 선행 단계  $i$ 의 개시시간에 더한 값 이상이어야 한다는 것을 나타낸다. 제약식 (2)는 제약식 (1)에 최대의 속성제약조건식이 필요하다는 것을 나타낸다. 활동시간은 영원히 단축될 수 없기 때문에 정상시간과 속성시간과의 차이값을 활동  $j$ 에 대한 단축시간의 최대값으로 제약하게 된다. 제약식 (3)과 (4)는 프로젝트 시작시간과 완료시간에 대한 제약조건으로 구성되게 된다.

#### 3.2 가능성 다목적계획모형의 구축

다수의 목적을 가진 퍼지선형계획모형은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\text{Min } W = \sum_{j=1}^m (c_j y_j)$$

st.

$$X_i - x_i + y_j \geq N_j \quad \forall i, \forall j, \quad (1)$$

$$y_j \leq m_j \quad \forall j \quad (2)$$

$$x_i = T_b \quad (3)$$

$$X_n = T_f \quad (4)$$

여기서  $\tilde{c}_k$  ( $k=1,2,\dots, l$ ),  $\tilde{C}_s$  ( $s=1,2,\dots, r$ )은  $n$ -차원 벡터이고  $\tilde{b}$ 는  $m$ -차원,  $\tilde{A}$ 는  $m \times n$  행렬이며  $\tilde{c}_k, \tilde{C}_s, \tilde{b}$  및  $\tilde{A}$ 는 퍼지수이다. 이 문제는 두 가지 형태의 퍼지 변수를 가지고 있는데 첫 형태는 일반 다목적 타협계획문제에서 비롯된 퍼지목표이고 다른 하나의 퍼지 변수는 확정된 값이 아닌 가능성분포(possibilistic distribution)를 갖는 퍼지 계수이다.  $(x)_\alpha^\beta$ 가 문제 (5)와 (6)의 해(solution)라 가정할 경우 여기서  $\alpha \in [0,1]$ 는 모든 퍼지 계수가 취할 수 있는 가능성의 수준(level of possibility)을 나타내고  $\beta \in [0,1]$ 는 계수의 가능성 수준이  $\alpha$ 일 때의 해가 모든 퍼지 목표를 만족시키는 타협의 정도(grade of compromise)를 나타낸다[27]. 퍼지 계수가 사다리꼴 퍼지수  $\tilde{c}(c^{(1)}, c^{(2)}, c^{(3)}, c^{(4)})$ 일 경우 (그림 1)과 같이 나타낼 수 있다.

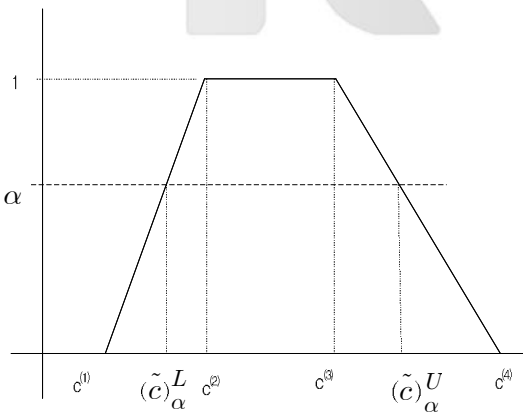


그림 1. 퍼지수  $\tilde{c}$ 의  $\alpha$ -cut

(그림 1)에서 퍼지 수  $\tilde{c}$ 의  $\alpha$ -cut인  $(\tilde{c})_\alpha$ 의 상한과 하

한은 각각  $(\tilde{c})_\alpha^L$  및  $(\tilde{c})_\alpha^U$ 이다. 따라서  $c \in (\tilde{c})_\alpha$ 인  $c$ 는  $(\tilde{c})_\alpha^L \leq c \leq (\tilde{c})_\alpha^U$  이고 (그림 1)에서 다음의 식이 성립한다.

$$(\tilde{c})_\alpha^L = c^{(1)} + (c^{(2)} - c^{(1)})\alpha$$

$$(\tilde{c})_\alpha^U = c^{(4)} - (c^{(4)} - c^{(3)})\alpha$$

따라서  $c$ 는 다음과 같은 범위에 속한다.

$$c^{(1)} + (c^{(2)} - c^{(1)})\alpha \leq c \leq c^{(4)} - (c^{(4)} - c^{(3)})\alpha \quad (7)$$

모형에 존재하는  $\alpha$ -cut를 구간으로 표시하여 제약식에 추가함으로써 최대 혹은 최소 및 제약식의 부등호 방향에 관계없이 동일한 퍼지 계수를 사용하여 문제에 대한 해를 구하고자 하며 다음과 같이 나타낼 수 있다[10][21][22].

$$\text{max } \tilde{Z}_k = \sum_{j=1}^n c_{kj} x_j, \quad k=1,2,\dots, l \quad (8a)$$

$$\text{min } \tilde{W}_s = \sum_{j=1}^n c_{sj} x_j, \quad s=1,2,\dots, r \quad (8b)$$

st.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i, \quad i=1,2,\dots, m_1, m_2+1, \dots, m \quad (9a)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \geq b_i, \quad i=m_1+1, \dots, m_2, m_2+1, \dots, m \quad (9b)$$

$$c_{kj}^{(1)} + (c_{kj}^{(2)} - c_{kj}^{(1)})\alpha \leq c_{kj} \leq c_{kj}^{(4)} - (c_{kj}^{(4)} - c_{kj}^{(3)})\alpha, \quad k=1,2,\dots, l, \quad j=1,2,\dots, n \quad (9c)$$

$$c_{sj}^{(1)} + (c_{sj}^{(2)} - c_{sj}^{(1)})\alpha \leq c_{sj} \leq c_{sj}^{(4)} - (c_{sj}^{(4)} - c_{sj}^{(3)})\alpha, \quad s=1,2,\dots, r, \quad j=1,2,\dots, n \quad (9d)$$

$$a_{ij}^{(1)} + (a_{ij}^{(2)} - a_{ij}^{(1)})\alpha \leq a_{ij} \leq a_{ij}^{(4)} - (a_{ij}^{(4)} - a_{ij}^{(3)})\alpha, \quad i=1,2,\dots, m_1, m_2+1, \dots, m, \quad j=1,2,\dots, n \quad (9e)$$

$$b_i^{(1)} + (b_i^{(2)} - b_i^{(1)})\alpha \leq b_i \leq b_i^{(4)} - (b_i^{(4)} - b_i^{(3)})\alpha, \quad (9f)$$

$$x_j \geq 0, j=1, \dots, n, \quad (9g)$$

한편, 일반적으로 최대화 목적함수  $\tilde{Z}_k$ 의 이상해와 반이상해를 각각  $(\tilde{Z}_k^*)_{\alpha}^*$ ,  $(\tilde{Z}_k^-)_{\alpha}^-$ , 최소화 목적함수  $\tilde{W}_s$ 의 이상해와 반이상해를 각각  $(\tilde{W}_s^*)_{\alpha}^*$ ,  $(\tilde{W}_s^-)_{\alpha}^-$ , 최대화 목적  $\tilde{Z}_k$  및 최소화 목적  $\tilde{W}_s$ 의 멤버십함수를 각각  $\mu_k$  및  $\mu_s$ 라 하고 Bellman과 Zadeh의 법칙에 따라  $\lambda = \min(\mu_k, \mu_s)$ 을 최대화하는  $\lambda$ 를 구함으로써 비멤버십 최소화 문제의 다목적함수 타협해를 구할 수 있다. 본 연구에서는 멤버십함수 대신 비멤버십함수를 사용하여 식의 전개를 용이하게 하고자 한다. 비멤버십함수  $\nu = 1 - \mu$  (여기서,  $\mu$ 는 멤버십함수)로 정의한다. 따라서 최대화 목적함수  $\tilde{Z}_k$ 의 비멤버십함수  $\nu_k$ 는 식 (10a)와 같이 정의된다.

$$\nu_k = 1 - \mu_k = \frac{Z_k^* - Z_k}{Z_k^* - Z_k^-} \quad (10a)$$

최소화 목적함수  $\tilde{W}_s$ 의 비멤버십함수  $\nu_s$ 는 식 (10b)와 같이 정의된다.

$$\nu_s = 1 - \mu_s = \frac{W_s^* - W_s}{W_s^* - W_s^-} \quad (10b)$$

다목적의 타협해를 구하기 위해 각 목적의 멤버십함수들 중 최소인 것을 최대로 하는 최소연산자 방식을 일반적으로 사용하나, 본 연구에서는 비멤버십함수를 사용하여 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$\max \lambda = \max \min(\mu_k, \mu_s) \quad (11)$$

$\gamma = 1 - \lambda$ 라 두면 (11)식은 (12)식과 동일하다.

$$\begin{aligned} \min \gamma &= \min(1 - \lambda) = \min \max(1 - \mu_k, 1 - \mu_s) \\ &= \min \max(\nu_k, \nu_s) \end{aligned} \quad (12)$$

$\gamma = \max(\nu_k, \nu_s)$ 이므로 (10a)와 (10b)는 다음과 같이 변형할 수 있다.

$$Z_k + (Z_k^* - Z_k^-) \gamma \geq Z_k^* \quad (13a)$$

$$W_s - (W_s^- - W_s^*) \gamma \leq W_s^* \quad (13b)$$

위에서 도출된  $\alpha$ -cut 및 비멤버십 함수 접근법에 의해 선형 CPM모형에 다음을 적용할 수 있다.

$$\min \gamma \quad (14)$$

s.t

$$Z_k + (Z_k^* - Z_k^-) \gamma \geq Z_k^*$$

$$W_s - (W_s^- - W_s^*) \gamma \leq W_s^*$$

$$x \in X$$

$$(a, b, c)_{\alpha} \in I_{\alpha}$$

가능성의 정도  $\alpha$ 와 목적함수의 멤버십 정도  $\beta$ 를 동시에 구하고자 할 경우 본 연구에서 제안된 모형 (14)에 제약식 (15)를 추가할 수 있다.

$$\gamma \geq 1 - \alpha \quad (15)$$

### 3.3 가능성 계획법의 정보시스템 프로젝트 적용

기업 A사의 정보시스템 프로젝트 관리를 위한 CPM 적용 예를 살펴보기로 한다. A사에 적용하고자 하는 프로젝트 관리 기법은 크게 프로젝트 실행 계획 수립, 실행, 종료 및 검토 단계로 이루어져 있으며, 본 연구에서는 프로젝트 실행 단계인 요구분석, 기본설계, 상세설계, 구축 및 테스트, 전환 및 적용단계를 고려하기로 한다. 본 연구의 절차는 다음과 같다.

절차 1 : CPM 모형의 구성

절차 2 : 활동에 대한 삼각퍼지함수 구성

절차 3 : 가능성 정도에 따른 목적함수의 이상해 및 비이상해 도출

절차 4 : 가능성 정도에 따른 주요 경로 결정

절차 5 : 목적해 도출

예에서 이용되는 기업 A의 정보시스템 프로젝트 관리를 위한 네트워크는 (그림 2)와 같다. 프로젝트에서 각 활동별 내용은 현재 기업 A에서 적용하고 있는 절차로써 <표 2>와

같다.

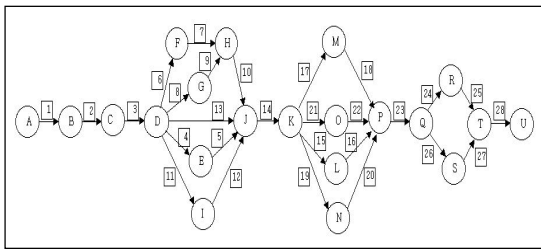


그림 2. 기업 A의 정보시스템 프로젝트 네트워크

표 2. 활동별 세부사항

활동	절차
1	프로젝트 기술서 및 작업계획 작성
2	업무 요구사항 분석
3	시스템 아키텍처 및 개발전략 수립
4	논리적 데이터 모델 개발
5	프로토타입 데이터베이스 설계 및 구현
6	애플리케이션 기본 설계
7	애플리케이션 상세 설계
8	사용자인터페이스 표준 개발
9	사용자인터페이스 네비게이션, 흐름설계
10	클라이언트 기반 프로토타입 전개
11	정보기술 설계
12	조직환경 설계
13	클라이언트/서버 설계 승인
14	정보시스템 개발 준비
15	데이터베이스 운영 요구사항 결정
16	데이터베이스 코딩 및 테스트
17	프로그램 설계 개발
18	클라이언트, 서버, 미들웨어 프로그래밍
19	정보기술 구입
20	프록덕션 테스트 환경 정보기술 설치
21	구현요소 설계
22	시스템 및 인수 테스트 실행
23	파일럿 및 병행 운영 구현
24	시스템 절차 및 문서 최종 작성
25	사용자 및 운영요원 교육 수행
26	사전 컨버선 수행
27	사후 컨버선 수행
28	시스템 공개 및 구현 검토

각 활동들의 정상, 속성시간 및 비용정보들에 대한 정보는 <표 3>과 같다. 각 활동의 예측 수행시간과 비용에 대한

값은 관리자의 주관적인 값으로 주어지며 본 연구에서도 임의의 값으로 주어졌다. 시간과 비용에 대한 단위는 생략하기로 하며, 각 활동에 대한 시간의 값은 이산수행시간으로 가정한다.

표 3. 활동별 시간 및 비용 정보

활동	정 상		속 성		비용 기울기
	시간	비용	시간	비용	
1	9	180	7	300	60
2	12	200	10	360	80
3	8	260	6	400	70
4	14	280	11	370	30
5	6	250	4	410	80
6	11	400	9	480	40
7	8	300	6	400	50
8	16	500	13	740	80
9	10	480	7	600	40
10	15	650	12	800	50
11	6	280	4	440	80
12	8	360	5	570	70
13	12	380	10	520	70
14	7	450	4	540	30
15	11	780	8	1050	90
16	13	700	11	800	50
17	7	650	4	830	60
18	10	850	8	910	30
19	11	620	8	740	40
20	6	420	4	600	90
21	15	380	11	660	70
22	10	460	8	560	40
23	11	800	8	890	30
24	9	630	7	710	40
25	7	420	5	480	30
26	16	860	12	1180	80
27	12	490	9	670	60
28	9	620	7	700	40
계		12,730		16,280	

활동별 정보가 주어질 경우 본 연구의 모형을 구축하면 다음과 같으며 각 기호에 대한 정의는 <표 4>와 같다.

Min  $\gamma$

st.

$$W_1 = x_n - x_l$$

$$W_2 = \sum_{j=1}^m (c_j y_j)$$

$$x_{i+g} - x_i + y_j \geq N_j$$

$$V_i, V_j \quad (1)$$

$$y_j \leq m_j \quad \forall j \quad (2)$$

$$x_i = T_i \quad (3)$$

$$W_1 - (W_1^- - W_1^*) \gamma \leq W_1^* \quad (16a)$$

$$W_2 - (W_2^- - W_2^*) \gamma \leq W_2^* \quad (16b)$$

$$N_j^{(1)} + (N_j^{(2)} - N_j^{(1)}) \alpha \leq N_j \leq N_j^{(4)} - (N_j^{(4)} - N_j^{(3)}) \alpha, \quad (17a)$$

$$c_j^{(1)} + (c_j^{(2)} - c_j^{(1)}) \alpha \leq c_j \leq c_j^{(4)} - (c_j^{(4)} - c_j^{(3)}) \alpha, \quad (17b)$$

$$x_i \geq 0 \quad (18)$$

$$y_j \geq 0 \quad (19)$$

표 4. 기호의 정의

매개변수
$W_1$ = 프로젝트 완료에 소요되는 시간
$W_2$ = 프로젝트 단축시간에 소요되는 추가적 총비용
$W_1'$ = 프로젝트 완료 소요시간에 대한 이상적 해
$W_1^-$ = 프로젝트 완료 소요시간에 대한 반이상적 해
$W_2'$ = 프로젝트 단축시간에 소요되는 총비용에 대한 이상적 해
$W_2^-$ = 프로젝트 단축시간에 소요되는 총비용에 대한 반이상적 해
$\alpha$ = 가능성 지수

모형에서 퍼지수들은 삼각형 퍼지수로서 다음과 같다.

$$c_{11} = \tilde{80} = (60, 80, 100), \quad c_{17} = \tilde{60} = (45, 60, 75),$$

$$N_7 = \tilde{8} = (4, 8, 12), \quad N_{15} = \tilde{11} = (8, 11, 14),$$

$$N_{23} = \tilde{11} = (9, 11, 13), \quad N_{26} = \tilde{16} = (11, 16, 21)$$

각 활동별 정보와 퍼지수를 적용한 결과는 <표 5>와 같다. 가능성 수준이 0.8일 경우 기간에 대한 이상해와 반이상해는 113과 150이며 비용에 대한 이상해와 반이상해는 2142와 4057이다.  $\gamma$ 의 값은 0.20의 비멤버십 함수의 값으로서 이는 멤버십함수의 값은  $1 - \gamma$ 으로 0.80이라 할 수 있다. 프로젝트 수행 시 단축되는 활동은 1, 2, 3, 8, 9, 10, 14, 15,

16, 21, 22, 23, 26, 27, 28로서 각각 단축되는 시간은 <표 5>에 나타나 있다. 이러한 활동들이 단축됨으로써 도출되는 기간과 비용에 대한 해는 113.4와 2242.9로 나타났다. <표 6>은 발생 가능성수준별 주요경로를 나타내고 있다. 가능성 수준이 0.8일 경우 A - B - C - D - G - H - J - K - L - P - Q - S - T - U로서 가능성 수준이 1.0인 경우를 제외하고는 제시한 가능성에서는 경로가 모두 동일한 것으로 나타났으나, 단축시간에서는 상이한 결과를 보여주고 있다.

표 5. 가능성수준별 추정치 1

$\alpha$	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
W1*	114	113	111	110	108	107
W1-	150	150	150	150	150	150
W2*	2420	2142	1904	1746	1628	1510
W2-	4040	4057	4074	4091	4108	4125
$\gamma$	0.00	0.05	0.12	0.125	0.15	0.153
y1	2	2	2	2	2	2
y2	2	2	2	2	2	2
y3	2	2	2	2	2	2
y4	0	0	0	0	0	0
y5	0	0	0	0	0	0
y6	0	0	0	0	0	0
y7	0	0	0	0	0	0
y8	3	3	3	3	3	3
y9	3	3	3	3	3	3
y10	3	3	3	3	3	3
y11	0	0	0	0	0	0
y12	0	0	0	0	0	0
y13	0	0	0	0	0	0
y14	3	3	3	3	3	3
y15	3	1.03	0.2	0	0	0
y16	2	2	2	1.8	1.2	0
y17	0	0	0	0	0	0
y18	0	0	0	0	0	0
y19	0	0	0	0	0	0
y20	0	0	0	0	0	0
y21	4	3	3	2.5	2.5	2
y22	2	2	2	2	2	2
y23	3	3	3	3	3	3
y24	0	0	0	0	0	0
y25	0	0	0	0	0	0
y26	4	4	4	4	4	4
y27	3	3	3	3	3	3
y28	2	2	2	2	2	2
W1(x)	114	113.4	112.1	111.2	109.8	108.9
W2(x)	2420	2242.9	2168.5	2037.1	2007.6	1910.8

표 6. 발생 가능수준별 프로젝트 주요 경로

발생가능 수준	주요 경로
1.0	A-B-C-D-G-H-J-K- $\begin{Bmatrix} O \\ L \end{Bmatrix}$ -P-Q-S-T-U
0.8	A-B-C-D-G-H-J-K-L-P-Q-S-T-U
0.6	A-B-C-D-G-H-J-K-L-P-Q-S-T-U
0.4	A-B-C-D-G-H-J-K-L-P-Q-S-T-U
0.2	A-B-C-D-G-H-J-K-L-P-Q-S-T-U
0.0	A-B-C-D-G-H-J-K- $\begin{Bmatrix} O \\ L \end{Bmatrix}$ -P-Q-S-T-U

가능성의 정도와 목적함수의 비멤버십함수의 정도를 동시에 고려할 경우 각 활동별 정보화 퍼지수를 적용한 결과 주요 경로는 A - B - C - D - G - H - J - K - L - P - Q - S - T - U로서 그 추정치는 <표 7>과 같다.

표 7. 가능성분포별 추정치 2

W1*	114	y14	3
W1-	150	y15	3
W2*	2420	y16	2
W2-	4040	y17	0
γ	0.00	y18	0
y1	2	y19	0
y2	2	y20	0
y3	2	y21	4
y4	0	y22	2
y5	0	y23	3
y6	0	y24	0
y7	0	y25	0
y8	3	y26	4
y9	3	y27	3
y10	3	y28	2
y11	0	W1(x)	114
y12	0	W2(x)	2420
y13	0		

한편, 본 연구의 모형에서는 정보시스템의 품질과 같은 측면도 고려할 수 있을 것이다. 정보시스템 품질에는 데이터 총처리시간, 반응속도 등과 같은 정량적인 측면과 데이터의 정확도, 데이터의 유통, 데이터베이스 내용, 사용의 용이성, 학습의 용이성, 액세스의 편리성, 인간적인 측면, 시스템 정확도, 시스템 유연성, 시스템 통합성, 시스템 효율성 등의 정성적인 요소들이 있다. 정성적인 측면은 일반적으로

전문가와의 면담 또는 실제 사용자들에 대한 조사방식을 통하여 조사방법론적인 연구가 행해지고 있으며, 정량적인 측면은 다음과 같은 제약식을 연구모형에 포함하여 고려할 수 있을 것이다.

$$W_3 - (W_3^- - W_3^*)\gamma \leq W_3^* \quad (20)$$

여기에서,

$W_3$  = 데이터처리에 소요되는 총시간

$W_3^*$  = 데이터처리에 소요되는 총시간에 대한 이상적 해

$W_3^-$  = 데이터처리에 소요되는 총시간에 대한 반이상적 해

제약식은 반응속도 등과 같은 요소들에도 확장이 가능하며, 이는 의사결정자의 열망수준과 불확실성을 모형에 반영할 수 있을 것이다.

## IV. 결론

급격하게 변화하고 있는 환경하에서 기업의 정보시스템 활용은 필수적인 요소라 할 수 있다. 특히 정보시스템 프로젝트의 관리는 경영층의 주요 관심사중의 하나라 할 수 있으며 이를 위해서는 적절한 정보와 합리적 의사결정방법의 지원이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 CPM을 이용한 정보시스템 프로젝트 관리모형을 구축하고자 하였다. CPM은 시간과 비용에 대한 추정치를 이용하여 주요 활동의 선정과 이의 자원 배분을 위한 기법이라 할 수 있다. CPM에서는 입력 데이터의 추정을 위해 확정적 도구를 사용하고 있으나, 투입변수에는 애매함이 포함되고 있으며 이는 의사결정상의 불확실성을 증가시킨다 할 수 있다. 또한 유연성이 부족한 일정계획은 정보시스템 개발 프로젝트에 있어 위험요소로서 작용한다. 좀 더 현실적인 의사결정과정을 위해 본 연구에서는 가능성 계획법을 모형에 적용시켜 프로젝트 관리를하고자 하였다. 가능성 계획법의 적용은 프로젝트 관리에 있어 각 활동이 발생한 가능성 수준과 의사결정자의 열망수준을 이상적 해와 함께 모형에 반영함으로써 해로 얻어진 비멤버십 함수의 값에 의해 목적의 달성율을 바로 알 수 있다는 장점을 가질 수 있다. 제안된 모형은 다목적 계획모형

의 형태를 가짐으로써 보다 유연적인 모형으로 간주될 수 있으며, 모형구축에 있어 매개변수인 퍼지수의  $\alpha$ -cut를 구간으로 표시하여 제약식에 추가함으로써 계산상의 간편함과 구간에 대한 조정이 용이하게 되었다. 그러나, 본 연구는 PERT/CPM과 같은 일반적 프로젝트 관리모형과의 비교에 대안이 될 수 있다는 것은 아니며, 가능성 계획법과 같은 퍼지 프로그래밍의 적용과 결과의 해석에 의의를 두고자 한다. 또한, 소요시간의 불확실성에 있어 일반적으로 정보시스템 프로젝트의 단축에 소요되는 비용은 객관적인 자료가 있는 것이 보통이나, 현실적으로 기간과 비용이 정확히 수행되는 경우는 거의 없다고 할 수 있으며 이에 가능성 적용이 이루어진다고 할 수 있다. 제안된 모형에서는 개발된 정보시스템의 데이터 총처리시간 등과 같은 정량적 품질요소들을 고려하고자 하였으며, 그 외에 정성적인 요소들은 등간척도등으로 변경하여 분석한다면 관리자에게 보다 다양한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 김국, 이상복, 엄주태, 안해일, 프로젝트 관리와 연구 개발관리, 경문사, 1996.
- [2] 김도운, 서재현, "Neuro-Fuzzy를 이용한 이상 침입 탐지," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 9권, 제 1호, pp.37-43, 2004.
- [3] 김명순, "퍼지-조건부확률을 이용한 전자상거래 검색 에이전트 모델에 관한 연구," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 9권, 제 2호, pp.1-6, 2004.
- [4] 이석준, 윤성철, 서현석, 김혜정, "정보시스템 프로젝트의 위험 요인과 실패 유형에 관한 연구," 한국경영정보학회 2002 춘계학술대회 발표논문집, pp.70-78, 2002.
- [5] 이순호, PERT CPM 실무: 프로젝트 관리의 이론과 실제, 양영각, 2002.
- [6] 장시영, 문대원, 오재인, "정보시스템 개발 프로젝트의 성공도에 영향을 미치는 요인 -공공부문의 정보시스템 구축사업을 중심으로-, "경영정보학연구, 제 9권, 제 3호, pp.111-126, 1999.
- [7] 정상윤, 양대영, "다기준의사결정모형을 이용한 전산화된 제조관리시스템의 선정에 관한 연구," 한국OA학회 논문지, 제 6권, 제 1호, pp.113-118, 2001.
- [8] 정승렬, 문대원, "감리 관점에서 본 정보시스템 개발 프로젝트의 성공모형," 한국경영정보학회 경영정보계열 공동 국제 학술대회, pp.157-170, 2001.
- [9] 정희진, "가능성 분포모형을 이용한 정보시스템 프로젝트의 벤더분석에 관한 연구," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 8권, 제 1호, pp.156-165, 2003.
- [10] 정충영, "비멤버십함수를 이용한 새로운 다목적계획모형," 생산관리연구, 제 5권, 제 2호, pp.1-14, 1994.
- [11] 조남재, 윤성원, 박상혁, "정보시스템 개발프로젝트의 복잡성이 작업분류구조(WBS)에 미치는 영향," 한국경영정보학회 경영정보계열 공동 국제학술대회, pp. 573-582, 2001.
- [12] Arican, F., and Güngör, Z., "An application of fuzzy goal programming to a multiobjective project network problem," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 119, pp. 49-58, 2001.
- [13] Canestrelli, E., Giove, S., and Fuller, R., "Stability in possibilistic quadratic programming," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 82, pp. 51-56, 1996.
- [14] Chen, H.K., "A note on a fuzzy goal programming algorithm," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 62, pp. 287-290, 1984.
- [15] Dubois, D., and Prade, H., Possibility Theory, Plenum Press, New York, 1988.
- [16] Hayashi, I., and Tanaka, H., "The Fuzzy GMDH algorithm by possibility models and its application," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 36, pp. 245-258, 1990.
- [17] Henri, B., Suzanne, R., and Talbot, J., "An Integrative Contingency Model of Software Project Risk Management," Journal of Management Information Systems, Vol. 17, No. 4, pp. 37-69, 2001.
- [18] Ignizio, J.P., and Cavalier, T.M., Linear programming, Prentice Hall, 1994.
- [19] Inuiguchi, M., and Sakawa, M., "Possible and necessary efficiency in possibilistic multiobjective linear programming problems

- and possible efficiency test," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 78, pp. 231-241, 1996.
- [20] Inuguchi, M., Tanino, T., and Sakawa, M., "Membership function elicitation possibilistic programming problems," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 111, pp. 29-45, 2000.
- [21] Jung, C.Y., Jung, H.J., and Lee, J.C., "A new additive Fuzzy Goal Programming Model," *First ASIA Pacific Conference*, Vol. 1, pp. 769-772, 1996.
- [22] Jung, C.Y., and Pulmano, V.A., "Improved fuzzy linear programming model for structure designs," *Computers & Structures*, Vol. 58, No. 3, pp. 471-477, 1994.
- [23] Keil, M., "Pulling the Plug: Software Project Management and the Problem of Project Escalation," *MIS Quarterly*, Vol. 19, No. 4, December, pp. 421-447, 1995.
- [24] Kweku, E.M., Zbigniew, H.P., "On Information Systems Project Abandonment: An Exploratory Study of Organizational Practices," *MIS Quarterly*, pp. 67-86, 1991.
- [25] Kweku, E.M., "Critical Issues in Abandoned Information Systems Development Projects," *Communications of ACM*, Vol. 40, No. 9, Sep., pp. 74-80, 1997.
- [26] Leader, A.L., and Sethi, V., "Key prescriptions for strategic information systems planning," *Journal of Management Information Systems*, Vol. 13, No. 1, Summer, pp. 35-62, 1996.
- [27] Lee, E.S., and Li, R.J., "Fuzzy multiple objective programming and compromise programming with Pareto optimum," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 53, pp. 275-288, 1993.
- [28] Schmidt, R., "Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques", *Decision Science*, Vol. 28, No. 3, pp.763-774, 1997.
- [29] Tanaka, H., Guo, P., and Zimmermann, H.-J., "Possibility distributions of fuzzy variables obtained from possibilistic linear programming problems," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 113, pp. 323-332, 2000.
- [30] Tran, L. and Duckstein, L., "Multiobjective fuzzy regression with central tendency and possibilistic properties," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 130, pp. 21-31, 2002.
- [31] Yu, J.R., Tzeng, G.H., and Li, H.L., "A general piecewise necessity regression analysis based on linear programming," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 105, pp. 429-436, 1999.
- [32] Zadeh, L.A., "Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 1, pp. 3-28, 1978.
- [33] Zimmermann, H.J., "Description and Optimization of Fuzzy Systems," *International Journal of General Systems*, Vol.2, pp.209-215, 1976.

## 저자 소개



### 정희진

1992년 경북대학교 대학원 경영학과  
경영학석사  
1994년 미시시피주립대학교 경영정보  
학과 석사  
1999년 경북대학교 대학원 경영학과  
경영학박사  
1998년 ~ 현재 영진전문대학  
e-비즈니스계열 조교수



### 정충영

경북대학교 경상대학 경영학부 교수