

네트워크 분석과정을 이용한 공급업체 평가에 대한 연구

정 옥[†] · 장병윤^{**}

* 동국대학교 경영대학

** 아주대학교 경영대학

Selection of Suppliers Using the Analytic Network Process

Uk Jung[†] · Byeong Yun Chang^{**}

* School of Business, Dongguk University

** School of Management, Ajou University

Key Words : Supplier Selection, ANP, Interrelationship, Evaluation Criteria, Network Structure

Abstract

Supplier selection process is one of the most important arenas of production and logistics management for many companies. This study explores the application of the analytic network process (ANP) approach for the evaluation of suppliers based on several different evaluation criteria. The ANP approach in this study is capable of providing priorities of suppliers that capture network relationships among several evaluation criteria which are not independent. Therefore this study provides value to practitioners by providing a generic model for supplier selection. In addition, for researchers, it demonstrates further research possibilities for more complex decision making problems using ANP.

1. 서 론

우수한 공급업체의 선정은 구매 기업의 시장 경쟁력 확보에 있어서 중요한 요소인 제품의 품질, 가격, 제조 유연성, 납기 준수 능력 등에 지대한 영향을 미치는 중요한 의사결정이다(Goffin 외 2인, 1997; Ghobadian 외 2인, 1993). 따라서 우수한 공급업체의 확보 및 효율적인 공급관계 관리가 중요한 전략적 요인으로 부각됨에 따라 기업의 공급사슬관리 활동 중에서도 우수한 공급업체의 선정 및 관리는 기업의 주요 관심사가 되고 있다. 특히 첨단산업의 경우 원재료 및 부분품 등의 구입비용이 제조원가의 70~80%를 차지하는 경우도 있으며, 판매수익의 상당한 부분이 이를 위해 지출되고 있는 실정이다(Tracey and Tan, 2001; Heizer and Rnder, 2001). 이에 따라 기업의 시장에서의 경쟁력은 외부 공급업체들에 의해 공급되는 원재료 및 부분품 등

의 가격과 품질, 유연성 등에 의해 결정된다고 해도 과언은 아닐 것이다.

일반적으로 공급업체를 선정하는 문제는 다수의 평가기준으로부터 다수의 선택대안들을 평가해야 하는 전형적인 다 기준 의사결정(multiple criteria decision making; MCDM) 문제의 한 형태를 띠고 있다. 특히, 이러한 다 기준 의사결정 문제는 가격, 품질, 유연성, 혁신능력 등의 유형, 무형의 판정기준들을 다루고 있어 그간의 주된 연구문제는 어떻게 하면 합리적인 정량적 측정치를 사용하는가에 초점을 맞추고 있다. 이러한 유형, 무형의 판정기준 들을 함께 고려하기 위하여 그간 선형계획법(linear programming), 확률통계적 방법, 계층적 의사결정법(analytic hierarchy process; AHP) 등 다양한 접근방법들이 제시되어 왔다. 그 중 가장 널리 쓰이는 AHP는 하나의 문제를 여러 계층구조를 가지는 다수의 수준으로 분해하고 각 수준에 존재하는 상호 독립적인 각 의사결정 요소들에 대하여 각 대안들을 평가함으로써 매우 구조적이고 합리적인 의사결정을 가

† 교신저자 ukjung@dongguk.edu

능하게 한다는 장점이 있다. 그러나 많은 경우에 한 공급업체의 선정 평가 문제에서 특정 평가기준에 대한 평가치는 다른 평가기준들에 대한 평가치와 상호 관련성이 존재하여 AHP에서 가정하고 있는 것처럼 평가기준들이 독립적이지 아니라는 것이다. 예를 들면, 한 평가기준으로 공급업체의 자체혁신 능력이라는 요소가 있다고 하면 이는 해당 공급업체의 또 다른 평가기준인 납품능력의 향후 발전에 도움이 되는 방향으로 영향을 미칠 것이다. 또한 구매업체의 주문수량 변경에 대응하는 능력 등을 나타내는 조직의 유연성이라는 평가기준의 평가치가 높은 공급업체는 이로 말미암아 또 다른 평가기준인 제품의 가격의 증가를 가지고 올 수도 있을 것이다. 이처럼 다수의 평가기준들 간에는 상호관련성이 존재하며 이는 공급업체의 선정 시에 반영되어야 함이 타당하다.

본 연구는 이와 같은 다양한 판정기준을 지닌 상태에서 공급업체의 평가를 위한 의사결정 모형으로 네트워크 의사결정 분석기법(analytic network process: ANP)을 이용하여 다수의 평가기준들 간의 상호관련성을 투영시키고자 한다. ANP는 가장 널리 알려진 MCDM 방법들 중 하나인 계층화 의사결정 분석기법(AHP)의 보다 일반화된 형태를 띠고 있다(Saaty, 1996). ANP는 AHP의 계층 구조를 네트워크 구조로 대체함으로써 보다 복잡한 요소들간의 상호관계를 허용함으로써 본 연구의 공급업체들과 평가기준들 간의 상호관계를 측정함으로써 최종의 각 대안 별 선호도를 제공할 수 있도록 해준다. 본 연구에서는 자사의 요구에 맞는 우수한 공급업체를 선정하는 데 있어서 고려되어야 하는 유형, 무형의 요인들을 기존의 문헌 연구를 통하여 규명하고 이들의 상호관련성을 고려한 상대적인 중요도를 도출하여 공급업체의 경쟁능력을 평가할 수 있는 평가모형을 제시하고자 한다. 그리고 다양한 환경에서 적용할 수 있는 본 평가모형을 설명하는 것을 목적으로 한 가상의 기업에서 종사하는 어느 의사결정자가 특정 단일품목을 구매할 때 고려 대상인 네 개의 공급업체들을 평가하는 사례를 이용하여 본 연구의 모형을 설명하고자 한다. 본 연구는 실무자들에게는 공급업체 선정을 위한 일반적인 모형을 제공하고 연구자들에게는 기존의 MCDM 방법론과의 접목을 통한 새로운 연구의 가능성을 제시한다는 점에서 큰 기여를 할 것으로 예상된다.

본 논문의 이후 내용은 다음과 같다. 제 2절에서는 본 연구의 기본 방법론인 ANP에 대해 알아보고, 제 3절에서는 공급업체의 선정 평가를 목적으로 구성된

ANP 모형에 대해서 설명한다. 그리고 제 4절에서는 가상의 기업을 통한 본 평가모형의 적용사례에 대해 자세히 기술하고 제 5절에서는 본 연구를 통해 얻은 결론에 대해서 언급하기로 한다.

2. 네트워크 분석과정

ANP는 가장 널리 쓰이는 다 기준 의사결정 기법 중 하나인 AHP(Analytic Hierarchy Process; Saaty, 1980)보다 일반화된 형태로 역시 Saaty(1996)에 의해 개발되었다. AHP는 하나의 문제를 여러 계층구조를 가지는 다수의 수준으로 분해하고 각 수준에 존재하는 각 의사결정 요소들이 상호 독립적이라고 가정하고 있다. 그러나 ANP는 이러한 AHP를 의사결정 요소간 의존(dependence)과 피드백(feedback)을 내포하는 다른 문제로 확장시킨다. 이와 같은 개념의 확장은 문제 내에 존재하던 계층 구조를 네트워크 구조로 대체함으로써 의사결정 요소(기준)들간의 복잡한 상호관계성을 포함하게 만든다(Meade and Sarkis, 1999). 최근 품질(Bayazit and Kar pak, 2007), 로지스틱스(Jhankharia and Shankar, 2007), 구매(Demirtas and Ustun, 2007), 전략(Yuksel and Dag deviren, 2007), 생산(Lin, Chiu, and Tasi, 2007), 프로젝트(Cheng and Li, 2005), 제품디자인(Wei and Chang, 2007) 등을 위한 의사결정 문제에 이러한 ANP의 적용사례들을 볼 수 있다.

ANP의 적용과정은 다음의 주요 4단계를 거치게 된다(Saaty, 1996; Meade and Sarkis, 1999).

2.1 네트워크 모형의 구축

먼저 당면한 의사결정 문제를 여러 군집(cluster)에 대응하는 여러 개의 노드(node)를 지닌 네트워크의 형태로 구축한다. 한 군집 내에 속한 의사결정 요소(기준)들은 다른 군집에 속한 요소 혹은 요소들에 영향을 끼칠 수 있다. 이러한 영향관계를 방향을 지닌 화살표로 나타낼 수 있으며 같은 군집 내에 속한 여러 요소들간에도 상호영향관계를 가질 수 있다.

2.2 쌍대 비교 및 선호도 벡터 생성

각 군집 내의 요소들은 다른 군집의 한 요소에 미치는 그들의 영향력을 기준으로 쌍대 비교된다. 쌍대 비교 및 선호도 벡터를 구하는 방식은 AHP에서의 방식과

동일하다. j 번째 요소에 대한 i 번째 요소의 상대적 중요도인 a_{ij} 의 값은 1점에서 9점 사이의 한 값으로 표현되며 1점은 동등한 중요성을, 9점은 극도로 보다 중요함을 나타낸다. i 번째 요소에 대한 j 번째 요소의 상대적 중요도인 a_{ji} 는 a_{ij} 의 역수 값($a_{ji} = 1/a_{ij}$)으로 나타내어진다. 또한 i 번째 요소에 대한 i 번째 요소의 상대적 중요도인 a_{ii} 는 1의 값을 갖는다. 이러한 상대적 중요도들은 쌍대 비교 행렬을 구성하게 되고 이렇게 구성된 쌍대 비교 행렬로부터 국소 선호도 벡터(local priority vectors)를 얻기 위해 고유벡터(eigen vector) 방법이 사용된다. Saaty(1980)는 국소 선호도 벡터의 근사값을 구하기 위한 여러 알고리즘들을 제안하고 있으며 본 연구에서는 다음의 3단계 과정을 사용하고자 한다. (a) 쌍대 비교 행렬의 각 열(column)의 값들의 합계를 구한다. (b) 쌍대 비교 행렬의 각 요소를 각 열의 합계로 나눈다. 이렇게 구해진 행렬은 정규화 쌍대 비교 행렬(normalized pair-wise comparison matrix)로 불린다. (c) 정규화 쌍대 비교 행렬의 각 행(row) 요소들의 평균을 구한다. 이 평균은 상위 수준의 기준에 대한 각 요소들의 상대적 선호도(relative priorities)의 추정치가 되고 이러한 선호도 벡터들은 모든 쌍대 비교 행렬에 대해서 구해져야 한다.

2.3 초행렬의 생성 및 변환

초행렬의 개념은 마야코프 체인 과정(Markov chain process)의 안정상태 확률을 구하는 과정과 유사하다(Saaty, 1996). 국소 선호도 벡터의 값들은 초행렬(W)을 구성하며 이 초행렬은 두 군집간의 관계를 나타내는 각각의 부분행렬의 조합으로 이루어진다. N 개의 군집을 가지는 시스템의 초행렬 예시는 <그림1>과 같다.

C_k 는 $e_{k1}, e_{k2}, \dots, e_{kn}$ 로 표현된 n_k 개의 요소들을

$$\begin{matrix}
 & C_1 & \dots & C_k & \dots & C_N \\
 & e_{11} \dots e_{1n_1} & & e_{k1} \dots e_{kn_k} & & e_{N1} \dots e_{Nn_N} \\
 \begin{matrix} C_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ C_k \\ \vdots \\ \vdots \\ C_N \end{matrix} & \begin{pmatrix}
 e_{11} & \dots & W_{1k} & \dots & W_{1N} \\
 \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 e_{k1} & \dots & W_{k1} & \dots & W_{kN} \\
 \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 e_{N1} & \dots & W_{N1} & \dots & W_{NN} \\
 \vdots & & & & \\
 e_{Nn_N} & & & &
 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

<그림 1> 초행렬의 구조 (N 개 군집의 경우)

가지는 $k(k=1,2,\dots,N)$ 번째 군집을 의미한다. 부분행렬 W_{ij} 는 i 번째 군집과 j 번째 군집의 관계를 나타내며 W_{ij} 의 각 열은 j 번째 군집의 한 요소에 대한 i 번째 군집의 요소들의 상대적 중요도를 나타내는 쌍대 비교에서 얻어진 국소 선호도 벡터를 의미한다. 두 군집간에 관계가 없을 때에는 이에 대응하는 부분행렬은 영 행렬(zero matrix)이다. 초행렬이 완성되면 이를 가중 초행렬(weighted supermatrix)로 변환시켜야 한다. 가중 초행렬의 각 열 요소들의 합계는 1이 되어야 하며 이를 가중 초행렬의 ‘column stochastic’ 특성이라 부른다. ‘column stochastic’ 특성을 추구하는 이유는 가중 초행렬이 극한 초행렬(limit supermatrix)로 수렴하도록 하기 위함이다. 이와 같은 가중 초행렬을 얻는 일반적인 방법은 각 군집에 대한 다른 군집으로의 영향력의 상대적 중요도를 나타내는 각 군집에 대한 군집 선호도 벡터(cluster priority vector)를 구하는 것이다. 이것은 열 군집에 대해 군집들 간의 쌍대 비교를 수행함으로써 얻어진다. 이러한 결과로 얻어진 선호도 벡터는 주어진 군집 열에 속한 부분행렬들을 가중(weighting)하는데 사용된다. 선호도 벡터의 첫 번째 값은 해당 열에 속한 첫 번째 부분행렬의 모든 요소에 곱해지고, 두 번째 값은 해당 열에 속한 두 번째 부분행렬의 모든 요소에 곱해진다. 이런 방식으로 모든 열 군집에 가중치를 부여하여 가중 초행렬을 생성한다. 끝으로 이 가중 초행렬에 멱수(power)를 취하여 극한 초행렬을 얻을 수 있다. 가중 초행렬에 멱수를 취하는 이유는 초행렬의 모든 가능한 경로를 통해 전해지는 영향력을 파악하기 위함이다. 가중 초행렬의 각 요소 값들은 어느 한 요소에서 상대 요소로 전해지는 직접적 영향력만을 나타내고 있지만, 실제로는 상대 요소에 직접적 영향력을 지니는 다른 요소를 통해 간접적으로 영향을 미칠 수 있다. 이러한 일차적 간접 영향력은 가중 초행렬을 자승(squaring)하는 것을 통해 파악될 수 있고 이차적 간접 영향력은 가중 초행렬을 삼승(cubic power)하는 것을 통해 파악될 수 있다. 가중 초행렬을 $(2m+1)$ 멱승시키고 m 을 아주 큰 값으로 취하면 행렬의 수렴현상을 얻을 수 있게 되고 이때 각 행의 값들은 행렬의 모든 열에 공통인 어느 한 값으로 수렴하게 된다. 그 결과 행렬이 바로 극한 초행렬이라 불리고 각 요소의 다른 요소들에 대한 모든 간접 영향력을 파악한 것으로 간주된다. 초행렬의 특성과 관련 이론들의 자세한 내용은 Saaty(1996)을 참고하기 바란다.

2.4 최종 선호도 계산

초행렬이 전체 네트워크를 모두 표현할 시에는 극한 초행렬의 각 해당 열에서 각 요소의 최종 선호도를 파악할 수 있다. 만약 초행렬이 상호 영향력을 미치는 요소들만을 포함하고 있다면 추가적인 계산 과정이 필요하다.

앞서 언급한 데로 ANP는 해당 분야의 전문가들의 지식과 경험을 기반으로 한 다 기준 의사결정 기법이다. ANP는 연구모형과 관련된 유형/무형의 속성들을 다루는 의사결정에서 매우 효과적으로 활용될 수 있다.

3. 제안 방법론

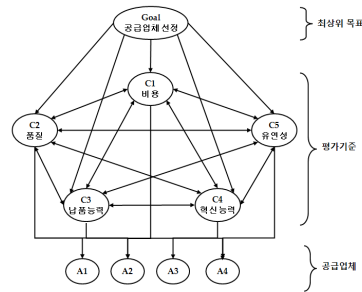
3.1 공급업체 선정을 위한 ANP모형의 구축

본 절에서는 공급업체 선정 문제에 적용하기 위한 ANP 모형을 개발한다. 본 연구에서 사용될 ANP 모형의 사용 목적은 공급업체 선정 시 각 공급업체의 최종 선호도(F_i)를 생성하기 위한 평가기준들의 가장 적합한 가중치를 결정하는 것이다. 먼저 공급업체의 선호도를 결정할 시 고려될 필요가 있는 평가기준들에 대한 과거 연구문헌들을 조사하였다.

공급업체 평가에 대한 대다수의 연구들은 공급업체의 평가 시 활용되는 여러 속성 또는 특성들을 정의하는데 중점을 두었다. 기존의 공급업체 평가기준들에 대한 선행연구를 조사한 결과, 대표적 평가기준들과 그들의 관련참고자료들을 <표 1>에 정리해 보았다. 이와 같이 공급업체 평가 요인에 관한 과거의 연구들은 가격, 품질, 서비스 등을 주요 요인으로 평가하였으나, 공급업

체와의 장기적인 관계를 중요시하면서부터 납품능력, 유연성, 혁신능력 등과 같은 다양한 다른 요인들을 평가기준으로 고려하기 시작하였다. 본 연구에서는 품질, 납품능력, 유연성, 비용, 혁신능력의 5가지 대표적 평가기준들을 ANP 모형에서 사용하고자 한다.

<그림 2>는 다섯 개의 평가기준들로 구성된 일반적인 ANP 모형의 간단한 예시이다. 이는 ANP에서 사용되는 네트워크 모형의 다양한 형태들 중 통제계층(control hierarchy)의 형태를 띤 모형으로써 이는 공급업체 선정의 최상위 목표 아래 다수의 평가기준들이 다양한 가중치를 가지게 되는 형태이다(Saaty, 1996). 특히 이 형태는 평가기준 수준에서 상호간의 영향력이 존재하는 것을 가정하고 있다.



<그림 2> 공급업체 선정을 위한 ANP 모형

즉, 한 평가기준은 다른 평가기준에 대하여 상호관련성이 있다는 것을 전제로 한다. 예를 들면, 한 공급업체의 특정 평가기준에 대한 평가치는 다른 평가기준들에 대한 평가치와 상호 관련성이 존재하여 평가기준들이 독립적이지 아니라는 것이다. 그러므로 이러한 평가기준

<표 1> 공급업체 평가를 위한 주요 평가기준 및 관련 선행연구

평가기준	평가내용	관련선행연구
품질	신뢰성, 품질보증 및 클레임 정책, 내구성, 적합성	● Dickson(1966) ● Spekman(1988)
납품능력	긴급대응능력, 납품속도, 납기준수, 지리적 근접성	● Nydick and Hill(1992)
유연성	주문수량 및 내역 변경 대응능력, 설계변경 대응능력	● Handfield(1994) ● Mummalaneni(1996)
비용	저렴한 가격, 제품 관련 총비용, 원가정보의 제공여부	● Goffin et al.(1997) ● Ittner(1999)
혁신능력	노사관계, 교육지원, 사업에 대한 열정, 신제품 설계능력, 공정기술 혁신 능력, 기술정보의 제공여부	● Kruse(2001) ● Tracey and Tan(2001) ● Khan(2003) ● Hwang and Chi(2005)

들 간의 상호관련성은 공급업체의 선정에 반영되어야 하며, 이것이 바로 본 연구에서 AHP 대신에 ANP를 적용하게 된 동기이다.

3.2 공급업체 선정을 위한 ANP 모형의 적용 절차

공급업체의 선정문제에 있어서 가장 합리적인 평가 기준들 간의 가중치 설정은 공급업체 선정의 최종 목적에 대한 다섯 평가기준들간의 쌍대 비교로부터 시작된다. 그리고 추가적으로 다섯 평가기준들에 대한 상호관련성을 파악하기 위한 쌍대 비교가 추가된다. 모든 형태의 쌍대 비교가 모두 수행된 다음에는 평가기준들 간의 상호관련성 파악을 위해 초행렬이 구성된다.

본 연구에서의 초행렬은 상호관련성이 있다고 전제되어진 다섯 가지 모든 평가기준들 로만 구성되어 있으므로 이미 column stochastic하고, 그러므로 가중 초행렬의 형태를 이미 띠고 있다. 따라서 초행렬은 바로 극한 초행렬로 전환될 수 있다. 그러면, 평가기준 $j(j=1, \dots, \mathcal{J})$ 의 최종 가중치(W_j^c)는 다음과 같이 구해진다.

$$W_j^c = I_j^D \cdot I_j^I \quad \text{〈수식 1〉}$$

〈수식 1〉의 I_j^D 는 공급업체 선정의 최종 목적에 대한 평가기준 j 의 직접적 영향력을 의미하고 I_j^I 는 평가 기준들 간의 상호관련성에 의한 안정화된 간접적 영향력을 의미한다. I_j^D 은 다섯 평가기준들 간의 쌍대 비교 행렬로부터 구해지며 I_j^I 는 극한 초행렬로부터 구해진다.

다음은 각 평가기준 별 공급업체를 평가하는 절차이다. 각 평가기준에 대하여 다수의 공급업체들을 평가하는 문제에서도 상대적인 쌍대 비교를 수행할 수 있을 것이다. 그러나 이것은 평가대상이 되는 공급업체의 수가 많아지게 되면 쌍대 비교의 횟수가 급격히 증가하게 되어 결코 실용적인 방법이 될 수 없을 것이다. 그러므로 이러한 경우에는 AHP나 ANP에 있어서 상대적인 쌍대 비교 방식이 아닌 절대적인 단일 평가방식이 널리 쓰이고 있다(Saaty, 1996). AHP나 ANP에서 절대적인 단일 평가방식을 사용할 시에는 각 평가기준마다 정성적인 판단을 요구하는 평가범주(예를 들면, “매우 우수”, “우수”, “보통”, “열등”, “매우 열등”)를 설정해 놓고 각 평가기준에 대한 특정 평가대안(공급업체)를 평가하

는 방식을 따른다. 이때 각 평가기준에서 사용될 정성적 평가범주의 정량화를 위해서 쌍대 비교 방식을 사용할 수 있다.

〈표 2〉는 한 평가기준(여기서는 C1)에 대한 평가범주들 간의 쌍대 비교 행렬을 보여준다. 이러한 평가범주들 간의 쌍대 비교 행렬은 원칙적으로 각 평가기준들에 대하여 다르게 수행되어야 하지만 본 연구에서는 설명의 간편함을 위하여 평가기준들간 동일한 평가범주를 사용하기로 한다. 〈표 2〉에서와 같이 결정된 평가기준 j 에 대한 공급업체 i 의 평가치는 R_{ij} 로 나타낸다.

〈표 2〉. 평가기준 C1에 대한 평가범주들의 정량화

	VG	G	F	P	VP	Priority
매우우수(VG)	1	5	6	8	9	0.542
우수(G)	1/5	1	4	5	7	0.236
보통(F)	1/6	1/4	1	3	5	0.119
열등(P)	1/8	1/5	1/3	1	4	0.070
매우열등(VP)	1/9	1/7	1/5	1/4	1	0.032

CR: 0.116

마지막으로 공급업체들의 최종 선호도는 Meade and Sarkis(1999)의 연구에서 사용되었던 접근방식과 유사하게 〈수식 2〉와 같이 구해질 수 있다.

$$F_i = \frac{\sum_{j=1}^{\mathcal{J}} W_j^c \cdot R_{ij}}{\sum_{i=1}^{\mathcal{I}} \sum_{j=1}^{\mathcal{J}} W_j^c \cdot R_{ij}} \quad \text{〈수식 2〉}$$

이는 각 평가기준과 이에 상응하는 공급업체의 평가를 곱하여 모든 평가기준에 대해 더하고 이 값을 정규화하여 각 공급업체의 선호도를 상대적인 비율로 나타낸 것이다.

4. 제안 모형의 적용 사례

공급업체 선정에서의 다양한 평가기준들에 대한 중요도는 구매업체가 구매하려고 하는 제품, 구매업체의 장기적인 비전, 구매업체가 속해있는 산업의 특성 별로 다양할 수 있다. 그리고 공급업체를 선정해야 하는 구매업체의 업무 담당자들도 다양한 의견 및 철학을 가질

수 있다. 본 연구에서는 이러한 다양한 환경에서 적용할 수 있는 기본적인 의사결정의 한 방법론을 설명하는 것을 목적으로 하고 있으므로 한 가상의 기업에서 종사하는 어느 의사결정자가 특정 단일품목을 구매하고자 할 때 네 개의 공급업체들을 평가하는 사례를 이용하여 본 연구의 방법론을 설명하고자 한다.

4.1 평가기준 별 공급업체 평가

먼저 각 평가기준들에 대하여 공급업체 별 평가를 평가범주의 선택을 통해 수행하면 아래 <표 3>와 같다. 이후 이 결과에 대한 정량화 된 값은 <표 2>를 통해 R_{ij} 로 나타내며 그 값은 이후 <표 8>에서 활용 될 것이다.

<표 3>. 평가기준 별 공급업체의 평가결과

평가치(R_{ij})		평가기준(j)				
		C1	C2	C3	C4	C5
공급업체(i)	A1	VG	G	F	P	VG
	A2	VG	G	G	G	F
	A3	G	F	G	F	VG
	A4	VG	VG	P	G	F

4.2 쌍대 비교 및 선호도 벡터

먼저 공급업체의 선정이라는 최종 목적에 대한 각 평가기준들의 상대적 중요도 가중치를 결정하기 위해 다섯 개의 평가기준들을 서로 쌍대 비교 한다. 그 결과는 <표 4>에 정리되어 있으며 파악된 선호도 벡터의 값들은 <수식 1>의 I_j^D 을 의미하며 이후 <표 8>에서 활용 될 것이다.

<표 4>. 공급업체 선정의 최종 목적에 대한 평가기준들 간의 쌍대 비교 및 선호도 벡터

	C1	C2	C3	C4	C5	Priority
C1	1	3	5	2	1	0.331
C2	1/3	1	2	0.5	0.3	0.106
C3	1/5	1/2	1	0.5	0.25	0.071
C4	1/2	2	2	1	2	0.235
C5	1	1/0.3	4	1/2	1	0.257

CR: 0.058

다음으로 평가기준들간의 상호관련성을 파악하기 위한 쌍대 비교들이 수행된다. 본 연구에서의 ANP 모형은 다섯 개의 평가기준들을 포함하고 있으므로 총 다섯 개의 쌍대 비교 행렬이 구성되어야 한다. 한 예로써 평가기준 C1에 대한 나머지 평가기준들 간의 쌍대 비교 행렬의 결과가 <표 5>에 나타나 있다. 다섯 개의 쌍대 비교 행렬로부터 얻어진 다섯 개의 선호도 벡터들은 이후 <표 6>의 초행렬을 구성하게 된다.

<표 5>. 평가기준 C1에 대한 나머지 평가기준들 간의 쌍대 비교 및 선호도 벡터

	C2	C3	C4	C5	Priority
C2	1	2	3	2	0.423
C3	1/2	1	2	1	0.227
C4	1/3	1/2	1	0.5	0.123
C5	1/2	1	2	1	0.227

CR: 0.003

4.3 초행렬의 생성 및 변환

평가기준들 간의 상호관련성을 파악하기 위해 수행된 쌍대 비교 행렬들로부터 얻어진 선호도 벡터들은 <표 6>의 초행렬을 구성하게 되고 이 초행렬은 이미 column stochastic한 특성을 가지고 있으므로 바로 극한 초행렬로 전환될 수 있다.

본 사례에서 극한 초행렬로의 수렴은 W^{77} 에서 달성되었으며 그 극한 초행렬은 <표 7>에 나타나 있다. 평가기준들 간의 상호 관련성에 의한 상호 영향력의 안정화된 값은 본 극한 초행렬의 공통된 행 값으로 파악되며 이 값들은 <수식 1>의 I_j 을 의미하며 이후 <표 8>에 사용 될 것이다.

<표 6> 초행렬

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0	0.537	0.281	0.368	0.248
C2	0.423	0	0.14	0.096	0.106
C3	0.227	0.253	0	0.184	0.221
C4	0.123	0.095	0.08	0	0.424
C5	0.227	0.115	0.499	0.352	0

<표 7>. 극한 초행렬

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259
C2	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175
C3	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182
C4	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159
C5	0.226	0.226	0.226	0.226	0.226

4.4 최종 선호도

공급업체들의 최종 선호도(F_i)는 <표 8>에서와 같이 계산된다. 두 번째 열은 최상위 평가목표에 대한 평가기준의 직접적 가중치(I_j^D)를, 세 번째 열은 간접적 가중치(I_j^I)를 각각 나타낸 것이고, 네 번째 열은 이 두 가중치를 통합한 최종 가중치(W_j^c)를 나타낸다. 그리고 다섯 번째부터 여덟 번째 열은 네 공급업체(A1, A2, A3, A4)들의 평가기준 별 평가치($R_{1j}, R_{2j}, R_{3j}, R_{4j}$)를 나타낸다. 그리고 평가기준의 최종 가중치와 각 공급업체 별 평가치의 곱인 가중 평가치가 아홉 번째부터 열두 번째 열까지 나타나 있다. 각 공급업체 별 모든 평가기준의 가중 평가치 합계로부터 구해진 정규화된 최종 선호도(F_i)가 최종 행에 나타나 있다. 본 사례연구에서 드러난 선호되는 공급업체는 A1, A2, A3, 그리고 A4의 순서인 것으로 드러났다.

5. 결론 및 향후 연구방향

우수한 공급업체의 선정은 해당 기업의 유연성, 비용, 품질, 납기 등에 직접적인 영향을 미치며, 이를 통해 시장에서의 경쟁력에 영향을 미치는 중요한 의사결정이다. 따라서 우수한 공급업체의 확보 및 효율적인 공급관계 관리가 중요한 전략적 요인으로 부각됨에 따라 기업의 공급사슬관리 활동 중에서도 우수한 공급업체의 선정 및 관리는 기업의 주요 관심사가 되고 있다.

이에 본 연구에서는 우수한 공급업체의 선정을 위하여 고려되어야 하는 유형, 무형의 평가기준들을 기존 연구문헌을 통해 파악하고 이들의 상대적 중요도를 도출하여 공급업체의 경쟁 능력을 평가할 수 있는 평가모형을 제시하고자 하였다. 특히, 다 기준 의사결정 기법들 중의 하나인 ANP 모형을 통해 평가기준들 간의 상호 관련성을 파악하여 평가기준들의 가중치에 투영하고자 하였다.

본 연구 자체가 이미 의미 있는 연구로서의 가치를 지니고 있다고 판단하지만 향후의 추가적인 연구를 통한 모형의 발전 및 검증에 대한 가능성 또한 내포하고 있다. 예를 들면, 본 방법론에서 사용된 ANP 모형은 모든 가능한 요소들과 평가기준들을 다 고려하고 있지 못하다. 즉, 의사결정의 환경이 변화함에 따라 추가적인 요소들의 고려가 가능할 것이다. 예를 들면 본 연구에서는 단지 단일 수준의 평가기준들간의 상호의존관계만을 고려했으나 공급업체의 선정 문제는 다수의 계층 수준의 평가기준들이 존재할 수 있고 수준이 다른 평가기준들 간의 상호관련성 또한 추가할 수 있을 것이다. 그러므로 보다 복잡한 구조를 지닌 수정된 모형은 보다 정교한 내부 평가 요소간의 관계를 투영할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 쌍대 비교를 통해 표현되는 의사결정자들의 선호도 결정에 대해서는 퍼지 이론(Fuzzy

<표 8>. 최종 선호도의 계산

평가 기준	I_j^D	I_j^I	W_j^c	평가치				가중 평가치			
				R_{1j}	R_{2j}	R_{3j}	R_{4j}	\widetilde{R}_{1j}	\widetilde{R}_{2j}	\widetilde{R}_{3j}	\widetilde{R}_{4j}
C1	0.331	0.259	0.086	0.542	0.542	0.236	0.542	0.057	0.067	0.031	0.057
C2	0.106	0.175	0.019	0.236	0.236	0.119	0.542	0.005	0.006	0.003	0.012
C3	0.071	0.182	0.013	0.119	0.236	0.236	0.07	0.002	0.004	0.005	0.001
C4	0.235	0.159	0.037	0.07	0.236	0.119	0.236	0.003	0.013	0.007	0.011
C5	0.257	0.226	0.058	0.542	0.119	0.542	0.119	0.039	0.01	0.048	0.008
합계								0.106	0.1	0.094	0.089
F_i								0.272	0.257	0.242	0.229

theory)을 접목함으로써 의사결정자의 판단에 대한 애매모호함을 적절히 대처할 수 있을 것이다. 이러한 측면으로의 추가적인 의사결정 기법과의 접목을 통한 보다 심도 깊은 연구들은 ANP를 보다 매력적인 다 기준 의사결정 기법들 중의 하나로 발전 시킬 것이다.

참고문헌

- [1] Bayazit, O., & Karpak, B. (2007). An analytical network process-based framework for successful total quality management (TQM): An assessment of Turkish manufacturing industry readiness. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 79-96.
- [2] Cheng, E. W. L., & Li, H. (2005). Analytic network process applied to project selection. *Journal of construction engineering and management*, 131(4), 459-466
- [3] Demirtas, E. A., & Ustun, O. (2007). Analytic network process and multi-period goal programming integration in purchasing decisions. *Computers & Industrial Engineering*, doi:10.1016/j.cie.2006. 12.006.
- [4] Dickson, G. W. (1966) "An analysis of vendor selection system and decisions", *Journal of Purchasing*, Vol. 2, No. 1, pp. 5~17
- [5] Ghobadian, A., Stainer, A. and Kiss, A. (1993) "A computerized vendor rating system", *Proceedings of the First International Symposium on Logistics*, The University of Nottingham, Nottingham, UK, July, pp. 321~328
- [6] Goffin, K., Szwejkowski, M. and New, C. (1997) "Managing suppliers: when fewer can mean more", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27, No. 7, pp. 422~436
- [7] Handfield, R. B. (1994) "US global sourcing: Patterns of development", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 14, No. 6, PP. 40~51
- [8] Heizer, J. and Render, B. (2001), *Operations Management*, 6th ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ
- [9] Hwang, I. S. and Chi, D. J (2005) "An investigation of factors affecting the choice of suppliers in the machine tool industry", *International Journal of Management*, Vol. 22, No. 2
- [10] Ittner, C. D., Larcker, D. F., Nagar, V. and Rajan, M. V. (1999) "Supplier selection, monitoring, practices, and firm performance", *Journal of Accounting and Public Policy*, Vol. 18, pp. 253~281
- [11] Jharkharia, S., & Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach, *Omega*, 35(3), 274-289.
- [12] Khan, Shahadat (2003) "Supplier choice criteria of executing agencies in developing countries", *The International Journal of Public Sector Management*, Vol. 16, pp. 261~285
- [13] Kruse, D. R., Pagell, M. and Curkovic, S. (2001) "Toward a measure of competitive priorities for purchasing", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, pp. 497~512
- [14] Lin, Y. H., Chiu, C. C., & Tsai, C. H. (2007). The study of applying ANP model to assess dispatching rules for wafer fabrication. *Expert Systems with Applications*, doi:10.1016/j.eswa. 2007.02. 033
- [15] Meade, L., & Sarkis, J. (1999). Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: An analytic network approach. *International Journal of Production Research*, 37(2), 241-261.
- [16] Mummalaneni, V., Dubas, M, and Char, C. (1996) "Chinese purchasing manager's preferences and trade-offs in supplier selection and performance evaluation", *Industrial Marketing Management*, Vol. 25, No. 2, pp. 115~124
- [17] Nydick, R. L. and Hill, R. P. (1992) "Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure", *International Journal of Purchasing and Material Management*, Vol. 28, No. 2, pp. 31~36
- [18] Saaty, T. (1980) *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- [19] Saaty, T. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- [20] Sekman, Rovert E. (1988) "Perceptions of stra-

- tegic vulnerability among industrial buters and its effect on information search and supplier evaluation”, *Journal of Business Research*, Vol. 17, pp. 313~326
- [21] Tracey, M. and Tan, C. L. (2001) “Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction and firm performance”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 6, No. 4, pp. 174~188
- [22] Wei, W. L., & Chang, W. C. (2007). Analytic network process-based model for selecting an optimal product design solution with zero-one goal programming. *Journal of Engineering Design*, doi:10.1080/09544820601186054.
- [23] Yuksel, I., & Dagdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm. *Information Sciences*, 177(16), 3364-3382.
-