

다-속성분석방법을 이용한 학교급식의 교내/외주결정방법

Make-or-buy Decision Framework for School Foodservice System Using Multi-attribute Analysis Method

황 홍석*,
Heung Suk Hwang,
* 동의대학교 정보산업공학과
Tel : +82-51-890-1657,
E-mail : hshwang@dongeui.ac.kr

황 현주**
Hyun Joo Hwang
** Hotel, Restaurant,
and Institution Management,
Iowa State University, USA.

Abstract

Recently school food service operations are confronted with the wide spread pressures for accountability and the need to increase productivity. This paper is concerned with the make-or-buy decision framework for school food service systems considering the multi-attributes in the decision making. For the purpose of considering the multi-attributes analysis method in decision making for the school foodservice, we developed a make-or-buy decision framework using the multi-attribute analysis method, analytic hierarchy process, AHP method for school food service system. Finally, we developed a systematic and practical solution builder for a three-step decision support system in the view of 1) brainstorming for the idea generation, 2) analytic hierarchy process, AHP as a multi-attribute structure ed analysis method, and 3) aggregation logic model to integrate the results of reviewers. We developed web based program and applied it to a school foodservice problem.

Keyword : School Foodservice problem, Make-or-buy Decision, Multi-attribute Decision

1. 개요

본 연구는 다-속성분석방법을 이용한 학교급식의 외주 또는 자체 공급을 위한 의사결정 모델의 연구이다. 본 연구는 웹 기반의 다-특성평가 모델의 개발로서 다음과 같이 3 단계를 포함한다: 1) 적정 대안 선정을 위하여 Brainstorming 방법으로 대안도출, 2) 각 대안의 다-단계 다-속성 평가모델, 및 3) 평가 결과를 종합하는 종합모델의 개발을 포함한다. 본 연구는 학교급식의 외주 또는 자체 공급을 위한 의사결정 과정에서 다-특성을 고려하고 다-단계 의사결정을 통하여 보다 체계적인 평가를 하기 위한 통합모델의 개발로서 이의 사용자를 위하여 Web-기반에서 사용할 수 있도록 GUI-type 프로그램을 개발하고 실 예를 들어 보았다.

외주 및 자체생산 대안의 평가문제는 일반적으로 관련된 모든 계층에서 다-특성을 고려한 의사결정 방법을 활용해야 하므로, 본 연구에서는 다-속성

(Multi-attribute), 다-단계의 그룹-의사결정지원시스템(Group Decision Support System)을 개발하고 인터넷/인트라넷 기반 하에서 구현하도록, 3-단계의 의사결정 지원시스템을 개발하고 이를 위한 GUI-type 소프트웨어를 개발하였다. 기존의 부분적인 의사결정지원 이론들을 체계화하여 외주 및 자체 공급의 문제를 위한 하나의 그룹-의사결정지원 시스템을 위한 소프트웨어를 개발하였다. 본 소프트웨어에서는 우선 의사결정방법 및 대안들을 도출하고 의사결정구조를 설정하기 위한 브레인스토밍부분과 개별 평가 자들이 대안평가를 하기 위한 다-계층 의사결정 방법인 계층분석방법(Analytic Hierarchy Process, AHP) 및 개별 평가 자들의 각 평가결과들을 통합하는 우선순위종합 방법을 적용하여 체계적이고 단계적으로 최적의 평가 결과를 구할 수 있도록 구성하였다.

2. 외주 및 자체공급문제의 특성

외주 및 내부생산결정문제는 연구관점에 따라 여러 가지 특징을 가지고 있다. 다음과 같은 주요 질문내용으로부터 이러한 문제를 특징지을 수 있다.

- 외주 및 내부생산 문제를 위한 의사결정 시나리오?
- 고려되는 주요 요인(Factors)은?
- 고려되는 분류기준(Dimension)?

이들 중 문헌조사연구에서 공개된 주요 요소들을 요약하면 표 1과 같다. Drtina(1994)]에 의하면 Make-or-Buy문제를 Value-chain의 주요활동에 확장 응용하여 설명하였다.

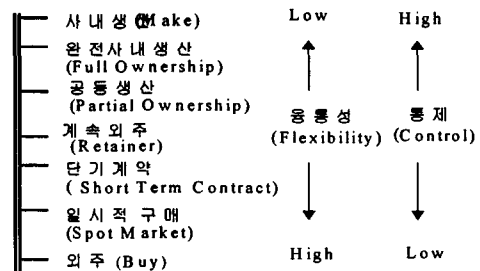


그림 1. Make-or-Buy문제의 성격

이러한 Make-or-buy 결정문제는 다음과 같은 범위의 문제성격으로 구분할 수 있으며 이의 유통성

(Flexibility)과 통제(Control) 강도를 비교하면 그림 1과 같다. 외주 및 사내생산결정을 위한 대안평가기준으로 Leong(1990)에 의한 다음 예를 들고 있다. 이러한 특성들을 고려한 분석방법으로 수리모형을 통하여 대안 분석방법과 다 특성 분석방법(MAAM) 등을 고려할 수 있으나 본 연구에서는 다 특성 분석방법을 사용하였으며 분석결과를 종합 우선 순위 평가방법으로 종합하였다.

표 1. 주요 평가 요인

구분	중요 요소
공급기술 (Manufacturing Technique)	· 기술경쟁에서의 개발기술의 중요성 · 기술의 참신성 · 기술의 현상과 경쟁사 및 공급업체의 현상과 비교 · 기술적 불확실성 · 미래 개선 가능성
외주의 위험 (Sourcing Risk)	· 위험의 정도(적절성여부) · 기술적 어려움 · 완제품의 진부화 정도
관리적 관점	· 종업원의 안정성 · 생산계획 통제에서의 안전성 · 지속적 공급의 신뢰성 · 벤치마킹
비용측면	· Cost · 투자 · 수익률(ROI)
운영측면	· 생산공급능력 · 품질 · Lead time · 불확실성

표 2. 외주 및 사내생산 대안 평가 기준*
* Leong Snyder, Ward(1990)에서 인용

평가기준	평가 파라미터 예:
- 비용(Cost)	· 총 단위 제품당 단가
- 품질(Quality)	· 고장발생빈도, 손실비용, 재작업, 불량품 및 반품의 비율
- 공급량의 융통성 (Value Flexibility)	· MTBF
- 생산의 융통성 (Product Flexibility)	· 납품기간(Lead Time) · 공급량의 변화폭 · 일정기간내의 부품의 교체율, 설계변경

3. 3-단계 의사결정지원 시스템

본 연구는 3 단계 의사결정지원 시스템으로, 1 단계에서는 브레인스토밍을 통해서 프로젝트평가기준 및 평가구조(평가인자 설정 및 관계 등)를 설정하고 각 프로젝트 대안별 평가기준을 설정한다. 이를 토대로 2 단계에서는 AHP기법을 적용하여 개별 대안의 우선순위를 결정한다. 마지막으로 3 단계에서는 우선순위종합모형을 통해서 각 평가 자에 의해 평가된 개별 평가결과들을 종합하는 종합순위를 결정한다. 이러한 단계를 요약하면 그림 2 및 3과 같다.



그림 2. 대안 평가의 3단계

과 같이 3 단계의 평가과정을 활용하였다. 또한 이를 그림 4와 같이 Internet/Intranet기반의 의사결정 지원 시스템을 구축하였다.

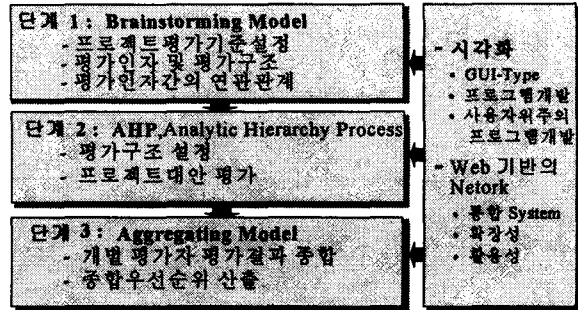


그림 3. Web기반의 프로젝트 평가모델의 구조

1) 브레인스토밍

먼저 평가 구조를 설정하고 각 대안과 평가 기준 설정을 위해 브레인스토밍을 적용하였다. 브레인스토밍의 장점은 쉽게 실행할 수 있고, 거의 모든 경우에 적용하여 다양한 아이디어를 얻을 수 있다. 이를 토대로 마인드맵을 구성할 수 있다. 본 연구에서는 사용자들을 위하여 브레인스토밍과정을 프로그램으로 개발하고 그림 4와 같이 Web기반에서 쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

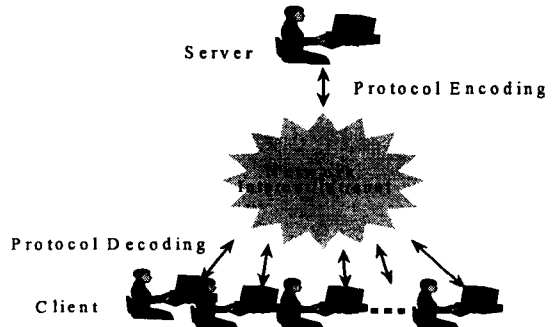


그림 4. Internet/Intranet of Decision Support System

2) AHP방법을 이용한 대안 평가

AHP는 Satty(1980)에 의하여 제안된 방법으로 의사결정자가 복잡한 의사결정문제를 해결할 때 의사결정자의 목적을 정확히 파악하고 문제를 여러 계층으로 분해한 후 문제의 파악 및 효율적 의사결정을 수행할 수 있는 기법이다. 이는 다음과 같이 4가지 단계를 따른다 :

- 의사결정 요소들의 계층적 분석 구조설정
- 의사결정 요소들의 쌍비교 Matrix 작성
- 계층 간 의사결정 요소들의 상대적 가중치를 추정하여 의사결정대안의 우선순위 결정
- 쌍 비교에 의한 일관성 검증

① 계층적 평가구조 설계

의사결정문제를 평가하는 평가 자는 평가목적에 적합하도록 관련요소들을 계층화 구조로 설정한다. 계층의 최상위는 가장 총체적인 평가목적이 되며, 각 하부계층은 이의 목적에 주요 영향을 주는 요소들로 구성한다. 계층구조의 최하위에는 선택의 대상이 되는 의사결정 대안들로서 구성된다. 이를 도식화하면 그림 5와 같다.

다음

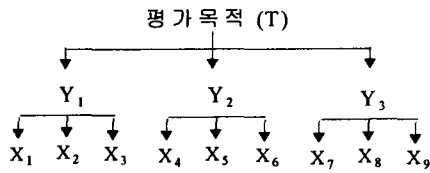


그림 5. AHP의 계층적 구조

② 고유값(Eigenvalues) 우선순위결정

각 계층적 구조를 설정한 후 쌍 비교에 의한 쌍 비교 행렬(Pairwise Comparison Matrix)을 작성한다. 여기서 쌍 비교 Matrix는 다음과 같이 주어진다.

$$A = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_2/W_1 & \dots & W_n/W_1 \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_n/W_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix}$$

만일 Matrix A에 W를 곱하면 $AW = nW$ 여기서 W는 특성식 $(A - nI)W = 0$ 로부터 구할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_2/W_1 & \dots & W_n/W_1 \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_n/W_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

즉 n는 A Matrix의 고유값(Eigenvalues)이 되고 W는 A의 고유벡터(Eigenvector)가 된다.

3) 우선순위종합모델

위에서 각 평가자가 평가한 각 대안들의 우선 순위를 종합하기 위해서, 여러 심사위원들이 작성한 대안별 우선 순위 리스트들을 종합하기 위하여 대다수법칙 방법론(Majority Rule Methodology)을 적용하여 대안들의 우선순위를 결정하였다. 다수 또는 다 그룹에 의해 평가된 2 단계의 개별 우선순위를 종합하는 방법으로 다음 3 가지 방법들은 개발 사용하였다 :

- ① Heuristic Model 1,
- ② Heuristic Model 2,
- ③ Fuzzy Set Ranking Model

4. 3-단계 의사결정지원 시스템

본 연구에서는 3 단계 과정을 수행하는 사업평가시스템으로 사용자가 쉽게 사용 가능하고 결과 값을 쉽게 산출할 수 있도록 GUI-type의 프로그램을 개발 사용하였다. 본 연구에서 개발된 프로그램을 사용하여 의사결정 수행과정을 보였다. 특히 의사결정에서 학교급식대안 선정에 대한 비용, 품질, 및 융통성에 따라 학교급식대안 평가에 영향을 미치는 요인들을 고려하여 4가지 대안의 관계 도를 브레인스토밍을 통해서 구현을 하였다. 각 전문가 등의 의견을 수집한 후 종합하여 상위 레벨에서 하위 레벨로의 관계 도를 브레인스토밍을 통해서 그림 6과 같이 구축하였다.

단계 1에서 브레인스토밍을 통해서 구현된 계층적

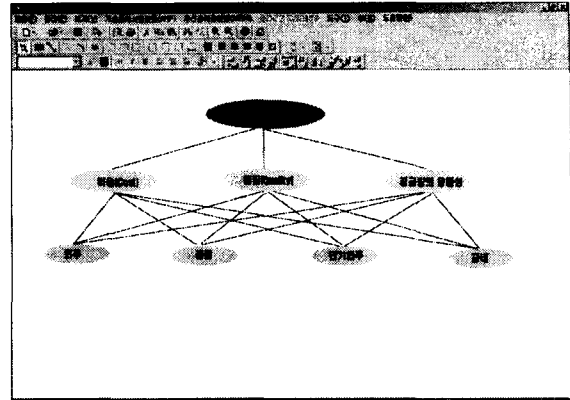


그림 6. 브레인스토밍구현 예

구조는 본 연구에서 개발된 AHP프로그램, 즉 단계 2에서 브레인스토밍을 결과로부터 AHP 계층 구조로 변환하고 AHP 방법에 의해 분석한다. 그림 7은 AHP 계층도로 변환한 예이며, 그림 8은 각 평가위원으로부터 얻은 평가 데이터를 쌍 비교 매트릭스로 입력하고 일관성을 체크하는 화면이고 본 예제에서 계산된 가중치 및 우선순위는 다음과 같다.

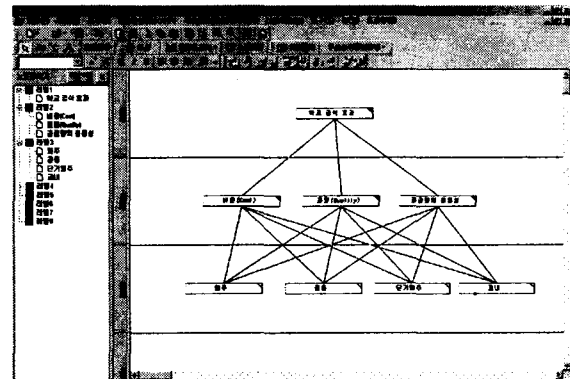


그림 7. AHP 계층 평가구조도 전환

Maximum modulus eigenvalue: 3.094015			
	1.000000	2.000000	4.000000
	0.500000	1.000000	5.000000
	0.250000	0.200000	1.000000

그림 8. 쌍비교 매트릭스 작성 및 일관성 지수 산정

$C1(0.38) > C2(0.27) > C3(0.21) > C4(0.14)$ 각 계층별 요소에 대한 대안들의 쌍비교 행렬 표를 작성하였으며 행렬 표에 따른 각 레벨별 일관성 지수 및 Eigenvalues를 AHP로 모델링한 후 출력된 결과

값을 표 3과 같이 종합하였다.

표 3. AHP 쌍비교 Matrix 결과(예:)

A	B1	B2	B3	Eigen Val.
B1	1.00	2.00	4.00	0.71
B2	0.50	1.00	5.00	0.21
B3	0.25	0.20	1.00	0.08

$\lambda_{max} = 3.09$
 CI = 0.0815
 CR = 0.14

B1	C1	C2	C3	C4	Eigen Val.
C1	1.00	0.33	0.50	0.50	0.17
C2	3.00	1.00	1.00	2.00	0.34
C3	2.00	1.00	1.00	1.00	0.26
C4	2.00	0.50	1.00	1.00	0.23

$\lambda_{max} = 5.760$
 CI = 0.190
 CR = 0.170

B2	C1	C2	C3	C4	Eigen Val.
C1	1.00	2.00	4.00	5.00	0.44
C2	0.50	1.00	3.00	7.00	0.30
C3	0.25	0.33	1.00	5.00	0.19
C4	0.20	0.14	0.20	1.00	0.07

$\lambda_{max} = 5.107$
 CI = 0.0275
 CR = 0.024

B3	C1	C2	C3	C4	Eigen Val.
C1	1.00	3.00	9.00	4.00	0.53
C2	0.33	1.00	1.00	1.00	0.19
C3	0.11	1.00	1.00	3.00	0.17
C4	0.25	1.00	0.33	1.00	0.11

$\lambda_{max} = 5.760$
 CI = 0.190
 CR = 0.170

단계 3은 다수 또는 다 그룹에서 평가된 대안의 우선순위를 종합화하여 최적대안을 선정하는 단계이다. 본 학교급식서비스 대안에 대한 평가 위원별 대안 우선순위가 표 5와 같이 계산되었으며 표 5는 4 명의 평가위원들이 평가한 4가지 대안의 우선순위 평가의 결과이다.

표 4. 평가위원별 대안별 우선순위

- 평가위원 1 : C1 > C3 > C2 > C4
- 평가위원 2 : C2 > C1 > C3 > C4
- 평가위원 3 : C2 > C1 > C3 > C4
- 평가위원 4 : C1 > C2 > C4 > C3

평가위원별 대안을 대다수 법칙 방법론을 통해서 우선순위를 결정하기 위해 프로그램을 개발하였다. 각 평가위원들이 대안별 우선순위를 산정하고 웹기반에서 입력된 우선순위를 웹 환경에서 바로 대안의 우선순위를 산출할 수 있도록 구성되어 있다. 그림 9는 웹 환경에서의 대안평가를 수행하는 과정을 나타내고 있다. 웹기반에서 대다수 법칙방법론에 따른 주어진 예제의 최적 대안을 구한 예를 표 5와 같이 요약하였다. 여기서 최적대안은 첫 번째 의주대안(C1)이 선정되었고 각 기법마다 약간의 차이가 있었다.

표 5. 대다수 법칙 방법론에 따른 우선순위

No	대다수 법칙 방법론	대안별 순위
1	Heuristic Model 1	C2>C1>C3>C4
2	Heuristic Model 1	C1>C2>C4>C3
3	Fuzzy Set Ranking Method	C1>C2>C3>C4

5. 결론

본 연구는 학교급식서비스 대안분석을 위하여

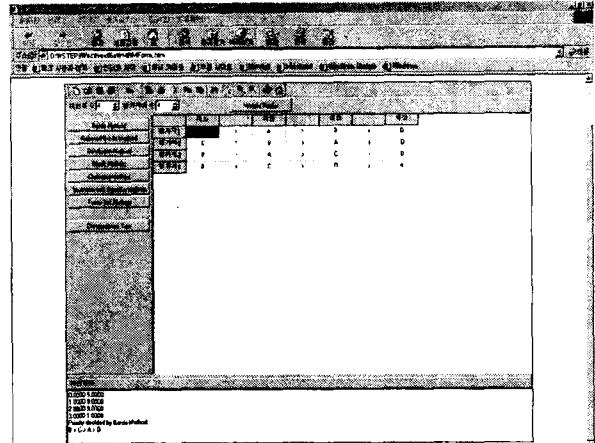


그림 9. 웹 환경에서 대다수 법칙 방법론을 이용한 대안평가

다-단계 의사결정지원시스템을 개발하고 이를 위한 3-단계 기법을 제안하고 개발프로그램을 실제 예를 통하여 구현하였다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 3-단계 방법인 브레인스토밍, AHP기법 그리고 그룹에 의해 평가된 대안의 우선순위를 종합할 수 있는 우선순위종합 모델을 통해서 최적대안을 선정할 수 있도록 구성하였다. 이를 위해서 GUI-type의 SW를 개발하고 사용자가 쉽게 프로그램을 운용할 수 있도록 하였다. 또 단계 3에서는 각 평가위원들이 대안별 우선순위를 웹환경에서 평가가 가능하도록 하였다. 본 연구는 추후 복잡계층 및 복합 우선순위평가를 위한 의사결정지원시스템으로의 개발 및 각 평가자가 인터넷기반으로 실시간 모델링, 자료입력, 그리고 평가수행이 가능한 프로그램으로 보완할 예정이다.

참고문헌

- [1] Criterium Decision Plus User Manual, InfoHarvest, 1995.
- [2] Dritina, R.E., "The Outsourcing Decision", Management Accounting, march, pp56-62, 1994.
- [3] French, S., "Interactive Multi-objective Programming: Its Aims, Applications and Demands.", Journal of Operation Research Society, Vol. 35, No. 9, pp. 827-834, 1984.
- [4] Leong, G. K., Snyder, D. L., "Research in the Process and Content of Manufacturing Strategy", OMEGA International Journal of Management Science, Vol. 18, No.2, pp.109-122, 1990.
- [4] Robert, F. D., Ernest, H. F., "An Analytic Approach to Marketing Decisions.", PRENTICE HALL, 1991.
- [5] Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process.", McGraw-Hill, 1980.
- [6] Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process.", McGraw-Hill, New York, 1981.
- [7] Zahedi, F., "The analytic Hierarchy Process - A Survey of the Method and it's Applications." Interfaces, Vol. 16, No. 4, pp.96-104, 1986.