

다차원선호도분석을 이용한 화력분야 방위산업기반 분석

Analysis of Defense Industry Infrastructure in Fire Power Area Using Multidimensional Preference Analysis

최 명 진* 이 상 현*
Myung-Jin Choi Sang-Heon Lee

Abstract

MDPREF(Multidimensional Preference Analysis) is a program for analysis of preferences. It is what is known as a vector model. This means that the objective of the MDPREF analysis is to identify a perceptual map displaying subject(attribute) vectors. To form the subject vectors visually, lines are drawn from the origin of the plot to each subject point. We analysis the defense industry infrastructure in fire power area by using MDPREF.

Keywords : Multidimensional Preference Analysis, MDPREF, Defense Industry

1. 서 론

정부는 출범이후 방산수출을 경제분야 신성장 동력으로 공포하고 무기체계의 수출을 위해 노력하고 있다. 방위사업청(방산진흥국)은 이러한 정책에 부응하여 방위산업의 활성화를 위해 노력하고 있으며 이를 뒷받침하는 정책수립을 목적으로 2007년부터 무기체계별 방산기반조사를 연차적으로 시행하고 있다. 본 연구는 2009년에 시행한 화력분야 방위산업기반 조사를 통해 수집한 관련 방산업체 및 화력분야 주요기술에 대한 원천자료를 바탕으로 다변량 통계분석의 일종인 다차원척도법(MDS : Multidimensional Scaling), 그 중에서도 다차원선호도분석법(MDPREF : Multidimensional Preference Analysis)을 활용하여 해당분야의 생산 및 기

술기반에 대한 종합적인 분석을 다룬다.

분석은 생산기반과 기술기반을 구분하여 시행한다. 분석절차는 다음과 같다. 생산기반 분석은 화력분야 주요 방산물자로 지정된 100여종의 물자를 생산하는 국내 16개 방산업체를 대상으로 인력, 매출, 당기순이익, 설비투자비, 연구개발비 등을 주요 속성으로 하여 분석을 시행한다. 기술기반 분석은 2007년 국방과학기술조사서^[2] 발간을 위해 국방기술품질원에서 시행한 기술수준조사 원천자료중 화력분야 단위무기체계인 차기소총, 차기중기관총, 차기자주포 등 8개 무기체계를 대상으로 중요도, 난이도, 파급효과 등의 7개 변수를 주요 속성으로 하여 분석을 시행한다.

본 연구를 통해 단순한 수치의 나열만으로는 분석되지 않는 대상들의 특성을 다차원선호도분석을 통해 각 대상들이 주요 속성들에 대해 갖는 종합적이고 상대적인 수준의 평가가 가능하다. 이러한 다차원선호도 분석법은 한국의 지능형 교통체계 평가모델 구축^[5,8], 중대재해 구조분석^[6], 인터넷 마케팅 전략 수립^[7], 그

† 2009년 9월 22일 접수~2009년 12월 18일 게재승인

* 국방대학교(National Defense University)

책임저자 : 최명진(ch01mj@naver.com)

리고 사용자 인터페이스를 위한 아이콘 설계에서의 인지요소분류체계 개발^[4] 등의 연구에도 활용된 바 있다. 실험에는 통계 프로그램인 SAS v.9.1을 활용하였고 2장에서 다차원선호도분석에 대한 이론적 고찰, 3장에서 생산기반 분석, 4장에서 기술기반 분석을 각각 다룬다. 5장은 본 연구의 맺음말에 해당된다.

2. 다차원선호도분석법

다변량 통계분석의 일종인 다차원척도법은 대상간의 유사성을 바탕으로 대상을 다차원 공간 내의 점으로서 위치를 표현하되 그 점간의 거리가 유사성에 가장 잘 일치하도록 점의 좌표를 결정하는 방법이다. 이 때, 점의 좌표는 회귀분석의 회귀계수 추정과 같이 특정 공식에 의해 한 번에 계산되는 것이 아니라 적합도 개선수치가 반복 계산에 의해 점차 줄어들다가 더 이상 일정기준 이상으로 줄어들지 않을 때 최종적으로 결정된다.

다차원척도법의 일종인 다차원선호도분석법은 평가 대상과 평가 속성을 다차원 공간 내에 동시에 위치시키는 방법으로 평가 대상의 행(row)과 평가 속성의 열(column)로 이루어진 행렬 자료에 대한 주성분 분석(principal component analysis)을 시행하는 것이다. 이는 평가 속성 s 에 의한 평가 대상 i 의 차원 데이터를 행렬을 2개의 더 작은 행렬로 분해하여 그 각각을 최소자승법에 의해 원자료 행렬에 접근시키는 방법이다. 처리결과 생기는 행렬의 첫 번째는 주성분 득점(요인 득점)으로 주성분 차원 k 에 있어서의 평가 대상 i 로 된 $i \times k$ 크기의 행렬이고 두 번째는 주성분 부하량(요인 부하량)으로 주성분 차원 k 에 있어서의 평가 속성 s 로 된 $k \times s$ 크기의 행렬이다.

다차원선호도분석은 벡터 모형이라고도 하는데 이는 평가 대상에 대한 좌표 값으로 이루어진 인지도(perceptual map) 상에 평가 속성을 의미하는 벡터 값을 나타낸다는 것을 의미한다. 자료의 형태는 각 평가 대상에 대한 평가 속성의 선호도를 순위(ranking)나 등급(rating)으로 측정된 것이다. 벡터 모형에서 정의되는 선호 정도 b_{is} 는 식 (1)과 같다.

$$b_{is} = \sum_{k=1}^K X_{sk} X_{ik} \quad (1)$$

- $i=1, \dots, I$: 평가 대상
- $k=1, \dots, K$: 차원의 수
- $s=1, \dots, S$: 평가 속성
- X_{ik} : 평가 대상 i 의 k 차원에서의 좌표점
- X_{sk} : 평가 속성 s 의 k 차원에서의 좌표점
- b_{is} : 평가 속성 s 의 평가 대상 i 에 대한 선호도 값의 척도

벡터 모형은 평가 속성의 이상점이 각 평가 속성 벡터의 끝에 위치한다고 가정한다. Fig. 1은 이러한 가정의 설명을 예시하는데 3개의 평가 속성의 벡터 방향은 서로 상이하며 동일한 길이로 표준화되어 있다. 각 평가대상인 A, B, C, D, E , 그리고 E' 의 위치를 90° 각도로 각 평가 속성의 벡터 방향에 투사(projection)한 경우 평가 속성 1은 A 를 가장 선호하며 D, E', B, C, E 의 순서로 선호하고 있음을 의미한다. 이 때 해석상의 주의점은 벡터 모형은 거리 모형이 아니므로 평가 속성 벡터 방향에 평가 대상이 가까울수록 선호되는 것이 아니라 벡터 방향에 투사되는 위치를 기준으로 선호하게 된다는 것이다.

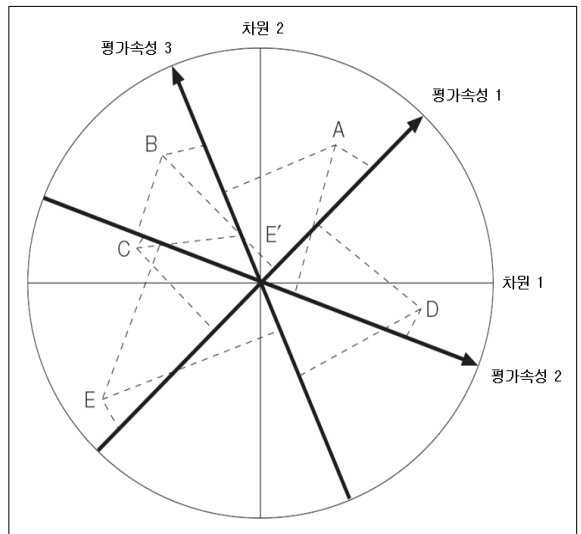


Fig. 1. 벡터 모형

3. 생산기반 분석

생산기반 분석의 평가 대상은 화력분야 주요 방산물

자로 지정된 100여 종의 물자를 생산하는 국내 16개 방산업체이다. 업체의 실명을 표기할 경우 회사의 영업활동에 지장을 줄 수 있는 민감한 자료로 활용될 소지가 있으므로 알파벳 소문자 a 부터 p 까지 부호화하여 식별부호를 부여한다.

평가 속성은 Table 1과 같이 알파벳 대문자로 식별부호를 부여한다. 평가 대상 방산업체에 대한 각 속성별 수치는 2008년 말을 기준으로 작성된 것으로 국방대학교 연구팀이 방위사업청(방산진흥국)의 의뢰를 받아 2009년에 수행한 방산업체 대상 설문조사를 통해 도출되었다.

Table 1. 생산기반 평가 속성

식별부호	속성명
A	인력
B	방산부문 인력
C	매출
D	방산부문 매출
E	당기순이익
F	방산부문 당기순이익
G	설비투자비
H	방산부문 설비투자비
I	연구개발비
J	방산부문 연구개발비

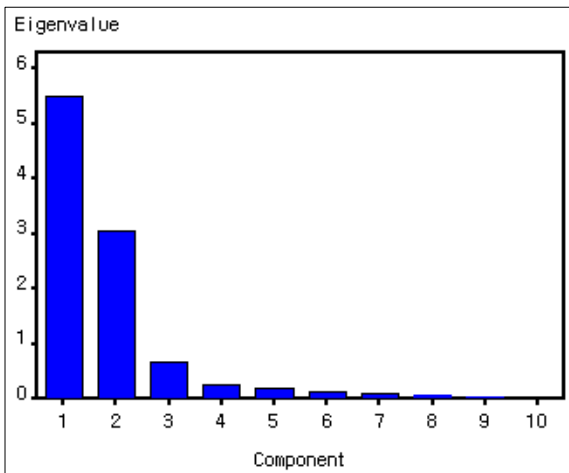


Fig. 2. 생산기반 분석의 최종 고유값 도표

Fig. 2는 인지도 상에 평가 속성 벡터와 평가 대상 점(point)의 적합(fitting)이 종료된 시점에서 도출된 최종 고유값(eigenvalue)을 나타내는 도표이다. 가로축은 성분(component)으로 10개 평가 속성을 의미하는 10개의 차원을 나타낸다. 세로축은 각 차원이 가지는 고유값으로 전체 데이터를 설명 가능한 정보(information)의 양을 의미한다. 즉 전체 정보중 1차원이 가장 많은 정보를 제공하며 1, 2차원만으로도 전체 정보의 대부분을 설명함을 알 수 있다. 3차원부터 10차원이 가지는 정보는 인지도를 2차원만으로 표현했을 경우에 있어서의 오차에 해당되며 본 실험에서는 그러한 오차 부분이 미미함을 알 수 있다.

Fig. 3은 생산기반 분석의 결과로 SAS 프로그램을 통해 도출된 인지도이다. 먼저 평가 속성을 의미하는 벡터에 대한 분석은 다음과 같다. 인력(A), 설비투자비(G), 순이익(E), 매출(C)을 유사한 특성을 가진 집단으로 분류할 수 있다. 이러한 속성은 기업의 규모를 의미하는 것으로 판단되어 인력이 많을수록 매출과 순이익이 높고 이에 따른 설비투자비가 많이 책정되는 것으로 판단할 수 있다. 방산부문 매출(D), 방산부문 순이익(F), 방산부문 인력(B), 방산부문 연구개발비(J), 방산부문 설비투자비(H)가 또다른 유사 집단을 형성하고 있는데 이 또한 방산부문의 규모를 의미하는 것으로 판단된다. 즉 방산부문 인력과 매출, 순이익이 클수록 이에 비례하여 연구개발비와 설비투자비가 많이 책정되는 것으로 볼 수 있다.

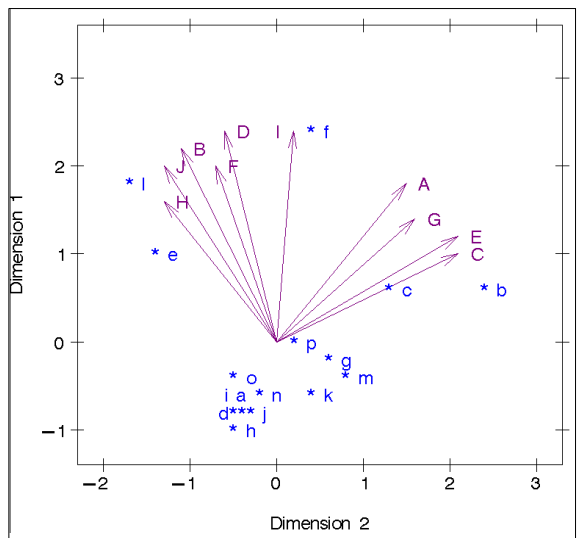


Fig. 3. 생산기반 분석에서의 인지도

평가 대상을 의미하는 점에 대한 해석은 다음과 같다. *e*사, *l*사, *f*사의 경우 방산부문 매출(D), 방산부문 순이익(F), 방산부문 인력(B), 방산부문 연구개발비(J), 방산부문 설비투자비(H), 연구개발비(I) 규모가 매우 큰 것으로 평가된다. 특히 *l*사의 경우 방산부문 설비투자비(H), *f*사의 경우 연구개발비(I)가 평가 대상 업체중 가장 큰 수치를 보인다. *b*사, *c*사는 인력(A), 설비투자비(G), 순이익(E), 매출(C)의 규모가 큰 것으로 분석되고 특히 *b*사의 경우 그 정도가 매우 큰 것으로 평가된다. *e*사, *l*사, *f*사의 집단과 *b*사, *c*사 집단을 제외한 나머지 업체들은 평가 속성에 대한 수치들이 전반적으로 매우 낮은 것으로 분석된다.

생산기반 분석에서의 주의사항은 다음과 같다. 평가 대상이 평가 속성에 의해 부여되는 선호도에 의한 인지도에서의 벡터와 점의 위치는 분석에 적용된 평가 대상들간의 상대적인 기준으로 이를 절대적인 판단 기준으로 활용해서는 곤란하다. 예를 들어 *o*사는 설비투자비(G)가 매우 낮은 것으로 평가되나 이는 다른 평가 대상 업체에 비해 상대적으로 그러하다는 것이지 절대적인 설비투자비 액수가 작다는 것은 아니다.

4. 기술기반 분석

2007년 시행된 기술수준조사에서는 방위사업법 시행령^[1]에 명시된 8대 무기체계를 중심으로 111개의 단위무기체계를 선정하고 각각의 단위무기체계를 구성하는 기술에 대해 기술분류체계(TBS : Technology Breakdown Structure)를 적용하여 레벨 1부터 레벨 4까지 총 7,094개의 기술이 식별되었다. 이 중 레벨 3 기술 중심의 3,899개 기술을 대상으로 960명의 산/학/연 전문가가 참여하는 델파이 기법을 이용하여 설문조사가 시행되었다^[3]. 화력분야 무기체계에 대해서는 체계 및 기술 전문가 134명이 설문에 참여하여 기술분류체계 레벨 1~3 기준으로 222개의 기술이 식별되었다.

기술기반 분석의 평가 대상은 Table 2의 단위무기체계에 해당하는 8가지 장비이다. Table 2에서 단위무기체계는 각 군 비전 및 국방기획 관련문서를 참고하여 선정된 사업단위 무기체계를 의미하고 대표무기체계는 기술수준조사의 단위무기체계를 국방연구개발기획서의 8대 무기체계 분야별로 기능에 따라 분류하고

분류된 각 그룹을 대표하여 나타내는 무기체계를 말한다.

Table 2. 기술기반 평가 대상

대표무기체계	단위무기체계
소화기체계	차기 소총
	차기 중기관총
자주포체계	K55 자주포 성능개량
	차기 자주포
박격포체계	120밀리 박격포
로켓포체계	차기 다련장
화력지원장비체계	K55 탄약운반 장갑차
	자동측지장비

평가 속성은 설문조사의 조사지표중 정량화가 불가능하고 국내 기술기반조사에 불필요한 항목인 획득방법, 이전기피, 기술형태, 수명주기, 해외 TRL(Technical Readiness Level)을 제외하고 Table 3과 같이 설정한다. 이 때, 파급효과는 작음, 큼, 매우 큼의 지표에 대해 1, 2, 3의 수치를 각각 부여하였고 실현시기는 기 실현, 단기, 중기, 장기의 지표에 대해 1, 2, 3, 4의 수치를 각각 부여하였다. 기타 속성들의 수치는 설문조사를 통해 획득된 값을 수정 없이 적용하였다.

Table 3. 기술기반 평가 속성

속성명(식별부호)
중요도(A), 난이도(B), 파급효과(C), 실현시기(D), 국내TRL(E), 기술수준(F), 소요기간(G)

평가 대상인 8개의 단위무기체계에 대해 기술분류체계 레벨 1부터 3까지 부여된 222개의 각 속성별 평가수치를 해당 단위무기체계별로 평균한 값을 적용하여 다차원선호도분석을 위한 행렬을 구성하였다. 이때 행은 평가 대상인 각 단위무기체제로 알파벳 소문자 *a*부터 *h*까지 식별부호를 부여하였고 열은 평가 속성으로 Table 3에서와 같이 알파벳 대문자로 식별부호를 부여하였다. 단 군사보안상의 이유로 각 단위무기체계에 어떤 식별부호를 부여했는지는 밝히지 않는다.

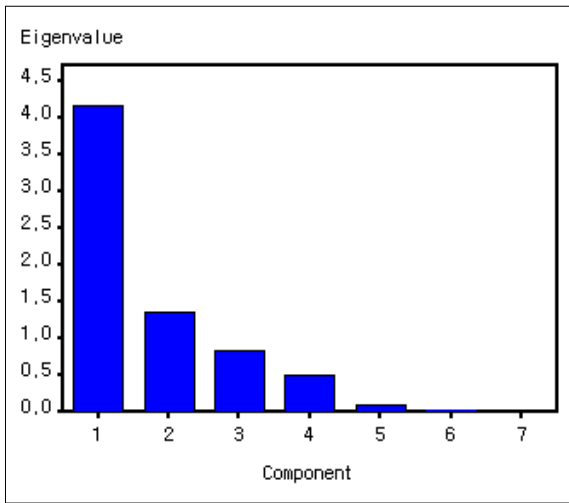


Fig. 4. 기술기반 분석의 최종 고유값 도표

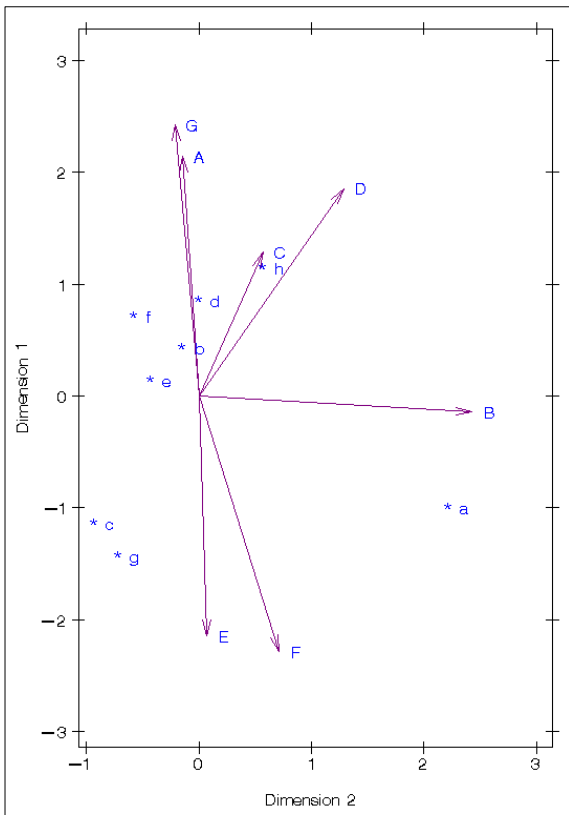


Fig. 5. 기술기반 분석에서의 인지도

Fig. 4는 기술기반 분석에서 도출된 최종 고유값을 나타내는 도표이다. 가로축은 7개 평가 속성을 의미

하는 7개의 차원을 나타낸다. 세로축은 각 차원이 가지는 고유값으로 1차원이 가장 많은 정보를 제공하며 1, 2차원만으로도 전체 정보의 대부분을 제공함을 알 수 있다. 기술기반에 대한 실험에서 3차원부터 7차원이 가지는 정보의 오차는 상당히 미미하다고 볼 수 있다.

Fig. 5는 기술기반 분석 실험에서 도출된 인지도이다. 평가 속성을 의미하는 벡터에 대한 분석은 다음과 같다. 기술의 중요도(A)가 높을수록 획득 소요기간(G)이 장기인 것으로 평가되고 TRL(E) 수치가 클수록 기술수준(F)이 큰 것으로 분석된다. 중요도(A), 소요기간(G), 파급효과(C), 실현시기(D)가 1차원과 2차원 공히 같은 영역에 속하여 유사속성 집단으로 평가되며 이와 반대되는 집단으로 TRL(E)과 기술수준(F)이 해당된다. 난이도(B)는 두 집단과 구별되는 독립적 속성으로 해석 가능하다.

평가 대상을 의미하는 점에 대한 해석은 다음과 같다. 무기체계 a는 기술 난이도(B), 기술수준(F), TRL 점수(E)가 매우 큰 것으로 평가된다. 무기체계 h는 중요도(A), 파급효과(C)가 크고 실현시기(D), 소요기간(G)이 장기이며 TRL(E) 및 기술수준(F)은 낮은 것으로 분석된다. 무기체계 c와 g는 유사 집단으로 분류할 수 있고 TRL(E)과 기술수준(F)이 높은 편이며 실현시기(D) 및 소요기간(G)은 단기이다. 또한 중요도(A), 난이도(B), 파급효과(C)는 낮은 것으로 평가 가능하다. 무기체계 b, d, e, f는 유사 집단으로 평가되고 TRL(E), 기술수준(F)이 낮은 것으로 분석된다. 또한 중요도(A), 파급효과(C)는 비교적 크며 실현시기(D), 소요기간(G)은 다소 장기인 것으로 분석된다.

기술기반 분석에서의 주의사항은 생산기반 분석시의 주의사항과 동일하다. 즉 인지도에서의 벡터와 점의 위치는 분석에 적용된 평가 대상들 간의 상대적인 기준으로 이를 절대적인 판단 기준으로 활용해서는 곤란하다는 것이다. 예를 들어 무기체계 f는 기술수준(F)이 낮은 것으로 평가되지만 이는 다른 평가 대상 무기체계에 비해 상대적으로 그러하다는 것이지 절대적인 기술수준이 낮다는 것은 아니다.

5. 결론

본 연구는 다차원선호도분석법을 활용하여 화력분야 국내 방산업체를 대상으로한 생산기반 및 단위무

기체계를 중심으로한 기술기반에 대해 분석하였다. 단순한 수치의 나열로 유의한 정보를 제공하는데 한계가 있는 원천자료들을 통계적 기법을 통해 가공하여 요약적이고 전체적인 정보를 제공한다는 데 연구의 의의가 있다.

다차원선호도분석의 특성상 인간이 쉽게 인지할 수 있는 2차원 공간 안에 다차원적인 정보를 요약해서 표현해야 하므로 분석 결과에 오차가 발생하는 것은 불가피하다. 그러나 본 실험에서는 2개의 차원만으로도 전체 정보의 대부분을 제공하고 있음을 확인한 후 인지도를 통한 분석을 시행하여 그러한 문제점은 해소되었다고 판단된다.

향후에는 방위산업 분야의 기반분석에 다차원선호도분석법 외에 현상을 분석하고 미래를 예측 가능한 의사결정나무, 신경망 모형 등의 데이터 마이닝(data mining) 기법과 시계열(time series) 분석 기법이 활용된다면 가치 있는 연구가 될 것이라 판단된다. 또한 화력분야 외에도 이미 방위산업 기반조사가 시행된 기동, 탄약, 항공, 유도분야에 대해서도 통계적인 기법을 활용한 분석이 필요 하다고 판단된다.

Reference

- [1] 방위사업법 시행령, 대통령령 제21641호, 2009.
- [2] 2007 국방과학기술조사서, 국방기술품질원, 2008.
- [3] 2007 국방과학기술조사서 요약본, 국방기술품질원, 2008.
- [4] 김상환, “PDA의 사용자 인터페이스를 위한 아이콘 설계의 인지요소분류체계 개발”, 고려대학교 석사학위논문, 2001.
- [5] 배기목, 이원규, 고상선, “한국의 지능형교통체계 평가모델 구축에 관한 연구 : 개발 기본목표 부합 정도를 중심으로”, 대진논총 제8호, pp. 213~224, 대진대학교, 2000.
- [6] 임정은, 이홍철, 박성준, “다변량 분석기법을 활용한 중대재해 구조분석에 관한 연구”, 대한인간공학회 제23권 제4호, pp. 23~34, 2004.
- [7] 장재철, 서태양, “여행사 브랜드이미지 구축을 위한 인터넷마케팅 전략에 관한 연구”, 동국대학교 석사학위논문, 2002.
- [8] 최양원, 김성득, “ITS 평가요인의 모델구축에 관한 연구”, 대한항만학회 제12권 제1호, pp. 47~54. 1998.