

論 文

港灣物流서비스의 評價에 關하여

盧弘承* · 呂奇泰** · 李哲榮*** · 崔在洙****

On the Evaluation of Physical Distribution Service in Ports

H. S. Roh · K. T. Yeo · C. Y. Lee · J. S. Choi

Key Words : 항만물류서비스(Physical Distribution Service in Ports), 항만물류시스템(Physical Distribution System in Ports), 서비스(Service), 계층퍼지분석(Hierarchical Fuzzy Process), 평가(Evaluation), 속성(Attributes), 요소(Factors) 다속성(Multi-Attributes), 다계층(Multi-Level), λ -퍼지측도(λ -Fuzzy measure)

Abstract

It is required to consider pricing and non-pricing factors and external economy in order to achieve the objects of physical distribution system in a port. Recently, among the three factors, much attention has been paid to non-pricing factor in the system. Although physical distribution service in a port (PDSP) has been frequently mentioned in documents and literature related to port and shipping studies, few study on it has not been systematically and scientifically made due to the following problems;

- there are not proper criteria to evaluate level and quality of PDSP and as a result, it is difficult to set up a unified standard for doing so.
- algorithms to evaluate problems with complex and ambiguous attributes and multiple levels in PDSP are not available.

This thesis aims to establish a paradigm to evaluate PDSP and to advance existing decision making methods to deal with complex and ambiguous problems in PDSP. To tackle the first purpose, extensive and thorough literature survey was carried out on general physical distribution service, which is a corner stone to handle PDSP. In addition, through interviews and questionnaire to the expert, it have extracted 82 factors of physical distribution service in a port. They have been classified into 6 groups by KJ method and each group defined by the expert's advice as follows;

- a. Potentiality b. Exactness c. safety d. Speediness e. Convenience f. Linkage

* 정회원, 한국해양대학교 대학원 해운경영학과 박사과정

** 정회원, 한국해양대학교 대학원 항만운송공학과 박사과정

*** 정회원, 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수

**** 정회원, 한국해양대학교 경상학부 교수

Prior to the service evaluation, many kinds of its attributes must be identified on the basis of rational decision owing to complexity and ambiguity inherent in PDSP. An analytical hierarchy process (AHP) is a method to evaluate them but it is not applicable to PDSP that have property of non-additivity and overlapped attributes. Therefore, probability measure can not be used to evaluate PDSP but fuzzy measure is required.

Hierarchical fuzzy integral method, which is merged AHP with fuzzy measure, is also not effective method to evaluate attributes because it has very complicated way to calculate fuzzy measure identification coefficient of attributes.

A new evaluation algorithm has been introduced to solve problems with multi-attribute and multi-level hierarchy, which is called hierarchy fuzzy process (HFP). Analysis on ambiguous aspects of PDSP under study which is not easy to be defined is prerequisite to evaluate it. HFP is different from algorithm existed in that it clarified the relationship between fuzzy measure and probability measure adopted in AHP and that it directly calculates the family of fuzzy measure from overlapping coefficient and probability measure to treat and evaluate ambiguous and complex aspects of PDSP.

A new evaluation algorithm HFP was applied to evaluate level of physical distribution service in the biggest twenty container port in the world. The ranks of the ports are as follows;

- | | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 Rotterdam Port, | 2. Hamburg Port, | 3. Singapore Port, | 4. Seattle Port, |
| 5. Yokohama Port, | 6. Long beach Port, | 7. Oakland Port, | 8. Tokyo Port, |
| 9. Hongkong Port, | 10. Kobe Port, | 11. Los Angeles Port, | 12. New york Port, |
| 13. Antwerp Port, | 14. Felixstowe Port, | 15. Bremerhaven Port, | 16. Le'Havre Port, |
| 17. Kaoshung Port, | 18. Killung Port, | 19. Bangkok Port, | 20. Pusan Port |

1. 서 론

오늘날 국제정치 및 경제의 변화는 경제질서의 재편을 초래하여 국민경제의 형태와 발전방향에 크나큰 영향을 미치고 있다. 이러한 경제발전은 생활의 양(quantity)적인 면을 중요시하던 국민의 관심을 질(quality)적인 부분향상으로 돌리게 하였고, 그 결과 단순한 물질적 추구에 지나지 않았던 상품 경제적인 수준에서 벗어나 사람들의 생활의 질을 향상시키는데 필요불가결한 서비스 측면을 강조하는 경향이 두드러지게 되었다.

따라서, 소비자의 기호에 가장 민감한 학문 분야인 경영학에서도 최근 경쟁이 치열해지면 치열해질수록 가격요인 보다는 비가격요인에 의해 기업경쟁력이 좌우된다는 시각이 지배적

이게 되었다. 특히 서비스를 생산하는 기업은 기존의 제조기업 중심의 상품마케팅과는 그 방법론에서부터 차별화되어야 한다는 시각이 팽배해져 서비스마케팅이라는 학문분야가 새로이 생겨나 급속히 그 영역을 확대시켜 나가고 있다.

항만물류시스템에서도 경쟁이 치열하면 치열할수록 물질적인 경쟁력, 즉 항만간 가격적인 요소간의 차이는 상대적으로 그 중요성이 감소되고, 항만의 경쟁력은 그 항만이 제공하는 항만물류서비스의 질에 고객이 얼마나 만족하는가에 크게 의존하게 된다. 그리고 고객을 만족시킬 수 있는 서비스 질의 향상은 항만물류서비스를 고객의 요구를 만족시키는 방향으로 차별화함으로써만이 달성 가능해질 것이다.

이러한 치열한 항만간의 경쟁에서 생존하기 위해서는 다른 항만에 비해 강력한 경쟁력을

확보하여야 하는데, 이를 결정하는 요소로는 여러 가지가 있을 수 있겠으나, 크게 분류하면 다음의 3가지 요소, 즉 가격적인 요소와 비가격적인 요소, 그밖에 외부효과(외부경제 및 외부불경제)로 대별할 수 있다. 이 세가지 요소 중 통제가 거의 불가능한 것으로 보이는 외부효과를 제외한다면, 고려가능한 항만물류시스템의 경쟁요소는 가격적인 요소와 비가격적인 요소, 즉 항만물류서비스가 남게 된다. 지금까지 우리나라를 비롯한 각국의 항만관리 경향을 보면 일반적으로 항만시설용량이나 물동량, 항만사용료 등을 기준으로 삼는 경향이 강하였는바, 이는 가격요소가 가지는 정량적인 성질 때문에 부분적으로 경영·경제학적인 접근이 가능했기 때문으로 사료된다. 항만물류서비스에 관한 부분은 그 정성적인 성질 때문에 계량화가 어려운 점도 있고하여 상대적으로 소홀히 취급해 온 경향이 있어, 우리나라에서의 물류에 관한 연구들은 가격적인 요소에 대한 연구에 집중되어 왔다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 항만의 직·간접 이용자들이 생각하는 항만물류서비스의 요소(외연)은 무엇인지, 둘째, 이들 이용자들의 입장차이에 따라 파악하고 있는 항만물류서비스에는 어떠한 차이가 나는지를 파악하며, 셋째, 이들이 공통적으로 파악하고 있는 항만물류서비스의 속성이 무엇인지 규명하고, 넷째, 이들 속성을 기초로 세계 20대 컨테이너 항만을 대상으로 항만물류서비스수준을 비교·평가하며, 다섯째, 평가방법이 여의치 않을 경우에는 그 서비스를 평가할 수 있는 새로운 방법을 개발하여 비교·평가하는 것을 목적으로 한다.

2. 항만물류서비스 평가속성의 분석

항만물류서비스라는 개념은 이미 널리 사용되고 있지만, 그 개념, 즉 내포(內包)이나 외연(外延)에 대한 정의나 속성에 대한 규정 등 패러다임의 설정은 물론 평가방법에 대한 연구가

구체적으로 이루어진 적이 없었다. 따라서 항만의 직·간접 이용자인 선사, 화주, 항만운영자, 또는 이 분야를 연구하는 연구자들이 사용하는 항만물류서비스의 개념에는 크고 작은 개념상 차이가 존재하는 것이 사실이며, 그 결과 항만물류서비스의 개선은 물론 현재 상황과 악을 위한 평가에 필요한 객관적인 기준조차 찾을 수 없는 현실을 초래하였다. 이러한 결과는 작게는 항만의 비가격경쟁 요소의 발전을 저해 하는 요인으로 작용하였을 뿐 아니라, 크게는 항만의 경쟁력이나 항만 마케팅의 제고방안 수립이 실질적으로 이루어지는데 있어 크나큰 한계로써 작용하게 되었다.

항만의 직·간접 이용자들과 항만하역업 전문가, 학계 전문가들을 대상으로 설문조사와 직접면담을 수행하고, 기존의 일반 물류서비스의 속성과 관련한 문헌조사연구들을 병행함으로써 첫째, 항만물류서비스의 외연을 조사·분석하고, 이를 전문가들의 자문을 토대로 비슷한 속성을 가진 것끼리 분류하여 항만물류서비스의 속성을 추출하였으며, 속성별로 분류된 항만물류서비스 요소들로부터 내포를 귀납적으로 규정하는 순서로 연구를 진행하였다.

2.1 항만물류서비스 요소(외연)의 추출

가. 항만물류서비스 요소(외연)의 조사

항만에서 이미 제공되고 있거나, 제공해야 한다고 생각하는 항만물류서비스의 요소(외연)들을 추출하기 위하여 선박을 소유하거나 용선하여 항만서비스를 직접 이용하는 해운선사 50개업체 및 1996년 1월-7월 기준 우리나라 수출금액 100대 화주 100개업체를 대상으로 1개월 동안에 걸쳐 전화후 앙케이트 발송방법을 사용하여 조사·수집하였고, 그 밖에 하역업체 과장급 이상 전문가 5명과 항만관련 연구자(교수, 연구원) 5명 등 전문가집단과의 직접 면담 방법, 전화설문 방법 등을 이용하여 추가조사를 시행하고 중복된 것을 제외한 112개 항만물류 서비스 요소들을 추출하였다.

나. 항만물류시스템 하부시스템별 요소분류
가. 에서 수집된 112개 요소들을 항해지원, 하역, 이송, 보관 및 포장, 내륙연계수송, 정보 및 관리 등 항만물류시스템의 6개 하부시스템 별로 분류하여 다시금 항만물류 시스템간 중복성 및 편중성을 고려하여 최종 78개의 서비스요소(외연)를 추출하였다.

다. 추출된 항만물류서비스 요소의 객관성 확보 또한, 앞서 나. 단계 요소분류과정의 객관성 확보를 위하여 우리나라 3대 선사 이사급 이상 임원들과 선주협회 부장급 관계자의 자문을 거쳐, 아래와 같은 82개 항만물류 서비스 요소를 최종적으로 확정하였다.

2.2 속성별 항만물류서비스 요소의 분류

항만물류서비스의 특징을 파악하기 위하여 앞서 추출한 82개의 항만물류서비스 요소를 일일이 1:1로 비교한다는 것은 사실상 불가능한 일이다. 따라서 본 연구자는 이들 82개 요소를 비슷한 특성을 지닌 것끼리 그룹핑(grouping)함으로써 대표적인 속성을 추출해 내고, 이를 비교분석의 대상으로 삼기로 한다.

우리나라 3대 선사 이사급 이상 임원들과 선주 협회 관계자 등 전문가들에게 KJ법을 사용해 자문한 결과로 구성된 항만물류 서비스의 6가지 속성은 잠재성(Potentiality), 정확성(Exactness), 안전성(Safety), 신속성(Speediness), 편의성(Convenience), 연계성(Linkage)이며, 그 속성의 개념은 분류된 요소를 토대로 귀납적으로 정의하였다.

본 연구에서는 요소들을 위의 6가지 속성별로 그룹핑(grouping)하는데 KJ법을 사용하였는데, 이 방법을 채용한 이유는 수많은 요소들을 일일이 1:1 비교하는 기존의 방법들과 달리 수많은 정보로부터 전체적인 의미나 내용을 종합적으로 단시간내 병렬로 추출하는데 매우 효과적인 방법이기 때문이다. 물론, KJ법은 인간의 직관과 경험을 적극 이용하려는 구조화 수법이기 때문에, 획득되는 결과는 상당히 주관적

일 수 있으나, 이미 시스템 공학의 여러가지 단계에 널리 이용되고 있으며, 특히 시스템 개발 초기에 부차 시스템(Sub-system)을 발견한다든지, 목표의 설정, 변수나 구성요소의 정리, 평가항목과 평가기준의 선정시 유효한 방법으로 널리 사용되고 있다.

1) 잠재성(Potentiality) : 미래나 갑자기 특수한 상황이 발생할 경우, 이를 감당할 수 있는 능력을 갖추고 있는 성질이나 특성

요소> 취급시설 및 장비의 보유/장래 접근수로 확장의 계획/돌발사태에 대비한 여유선석과 대체 운송수단의 확보/장래 항내 정은 수역확장/항만종사자의 자질(청렴도, 작업에 대한 전문지식)/특수한 화물취급의 경험/긴급한 화물의 여유 취급능력/항만의 폭넓은 홍보/포트 세일즈의 적극도/장래 항만확장을 위한 충분한 부지의 확보/ 지속적인 항만개발계획의 수립과 개발/질 좋은 항만종사자들의 양성/새로운 교통수단의 출현에 대한 충분한 대비/ 주어진 업무외의 업무에 대한 성실한 자세/항만을 자주 이용하는 고객에 대한 혜택/해당 항만내 또는 배후지의 화물출하 증가예상/ 등이 있음.

2) 정확성 (Exactness) : 실제로 항만에서 제공되는 작업이나 업무 · 정보제공이 미리 계획된 대로 어긋남이 없이 이루어지는 성질이나 특성

요소> 항만작업예정시간의 준수로 작업지연으로 인한 체선이나 체화발생 가능성의 최소화/화물분류장 · 장치장 · 창고 · CY · CF S 등의 밀집/화물의 분류 · 취급시 공통된 코드(UPC)의 사용/화물 취급상에 발생할 지도 모를 지연에 대한 사전통고/항만종사자 태도의 일관성과 정확성/항만종사자들 각자 업무의 명확한 분화/항만노동자들의 쟁의행위시에도 업무의 시설의 사전 예약가능성/화물운송 단계의 간소화/화물적재와 라벨부착시의 정확성/항만운송사무 처리의 오류발생방지/항만에서 발생한 문제로 제기된

클레임의 책임있는 대응/화물의 취급거부 가능성의 배제/정밀한 화물 Measuring/화물취급의 정확/ 등이 있음.

3) 안전성(Safety) : 항내 치안이 유지되고, 시설·장비가 안전하며, 작업이 신중하고도 위생적으로 이루어져 사건·사고가 발생할 위험이 없거나 이를 예방하는 성질이나 특성

요소> 항만내 시설 및 장비의 용량제한규정 이행/항만시설 및 장비에 대한 정기적 안전검사(노후도, 피로도)/정기적인 안전교육을 통한 항만종사자의 안전인식/VTS(Vessel Traffic System)의 확립/항만내 각종 사고 및 재해에 대한 충분한 대책/항만 운송과정중 화물의 파손이나 변질, 분실, 도난, 망실의 가능성의 배제/항내 정온수역의 충분한 확보/안전항해에 필요한 충분한 접근수로의 확보/청수와 선식 등 선박보급품의 위생적 취급/안전항해에 도움이 되는 항로표지의 완벽한 구비/주기적인 준설과 수심측량/항내 치안의 유지/ 등이 있음.

4) 신속성(Speediness) : 항만에서 이루어지는 각종 작업이나 업무·정보 등의 제공이 즉각적이고, 신속한 성질이나 특성

요소> 하역 및 운송시간의 최소화/즉각적인 선식·선용품의 보급/신속한 항만 이용 신청 및 처리/충분한 수의 하역종사자 확보/우수한 항만종사자의 작업처리/항만종사자 태도의 능동성과 적극성/최신 항만정보의 신속한 제공/특정화물에 대한 전용 부두·시설 및 장비의 구비/즉각적인 화물소재과 악/신속한 선박의 수리와 급유/하역시설 및 보관시설 등의 자동화/EDI(Electrical Data Interface)제도의 마련노력/ 등이 있음.

5) 편의성(Convenience) : 항만내에서 각종 작업이나 업무, 정보 등의 제공이 간편하거나 수월하며, 다양한 성질이나 특성

요소> 다양한 종류의 선식과 선용품의 보급/다양한 장비나 시설의 구비/업무처리(선식배정 등)에의 융통성/항만시설과 주변경관

의 쾌적성/화물분류장·장치장·창고·CY·CFS 등 기능의 분화/친절한 항만종사자들의 태도/기본적 운송서비스 외에 제공하는 서비스/정기적인 항만현황에 대한 정보제공/고객의 불만을 수렴하는 제도/항만이용 신청절차의 간소화/항만이용의 공공성과 형평성/항만이용자들의 불만청취제도/해운기업들의 기항선박에 대한 원활하고 긴밀한 지원/일요일이나 공휴일에도 지속되는 항만업무/24시간 중단없는 항만업무/번거롭지 않은 항만이용/ 등이 있음.

6) 연계성(Linkage) : 항만물류의 특성인 다른 종류의 운송시스템(해상운송-육상운송 등)간 연계가 체계적이며, 종합적으로 이루어지는 성질이나 특성

요소> 여러 행정기관과 업체간 유기적인 업무협조/세계일주항로(Main Trunk)상의 위치로 일관수송의 가능성/항만과 배후도시간 정기적인 내륙운송스케줄/항만과 다른 항만간 다양한 정기운송스케줄/화물의 운송·보관 등의 유니트화로 복합일관수송/항만과 공항(Sea & Air)간 연계시스템/배후지와 연결되는 화물전용도로의 마련/항만배후에 충분한 배후지(도심, 상권)의 입지/다른 종류의 운송수단간 연계운송의 편리/항만종사자의 능동한 외국어구사로 원활한 의사소통/각국으로의 정보·통신교류/ 등이 있음.

이상과 같은 항만물류서비스의 속성을 도식화하면 아래의 Fig. 2.1과 같다.

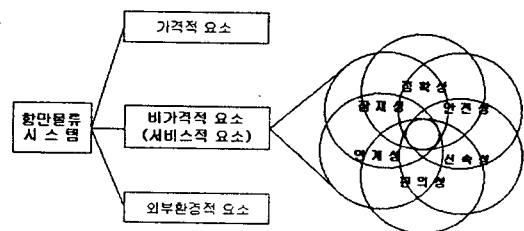


Fig. 2.1 Extracted six of physical distribution service in a port

3. 다기준(다속성) 의사결정방법의 고찰

본 연구에서 연구대상으로 삼고 있는 것이 화폐척도로는 표현이 불가능한 항만 물류의 비경제적인 요소, 즉 서비스이기 때문에 기존의 방법으로는 해결에 어려운 점이 많다.

더욱이, 본 연구에서는 항만물류서비스의 평가에 필요한 두 개이상의 패러다임, 즉 다속성을 가지고 목적함수를 평가해야 하기 때문에 다기준의사결정 내지는 다속성 의사결정(MCDM : multiple-criteria decision making)이라고 불리는 방법을 사용이 필요하게 된다¹⁾. 이는 복잡한 속성을 가진 복잡·애매한 연구대상을 평가하면서 고려하는 모든 속성중에서 어느 한 속성만을 중요시 해서는 곤란하기 때문이며, 오직 하나의 기준만이 존재할 때에는 우열 관계가 분명하여 선택대상(즉 대안)들의 순위를 쉽게 판단할 수 있으나 고려하는 기준이 둘 이상이면 우열관계가 간단하지 않기 때문이다.

경영·경제학에서는 일반적으로 아래에서 보이는 것과 같은 평가방법들을 사용한다.

- 1) 경영·경제적인 비용이나 편익의 비교가 필요한 경우 : 투자 채산성을 계산하게 되는데, 그 구체적인 방법에는 ㉠자본(환원)가치법, ㉡연부법, ㉢비용법, ㉣내부수익률법 등을 사용하게 되고,
- 2) 재정·제적 비용·편익의 비교가 필요한 경우 : ㉠비용·편익분석법(Kosten-Nutzen-Analyse od.: Cost-Benefit Analysis)²⁾³⁾을 주로 사용해 왔으나, 최근들어 그 평가 대상이 국가와 같이 거대할 경우에 ㉡PPBS법(Planning Programing Budgeting System)과 같은 방

법을 사용하기도 한다.

- 3) 비화폐적인 비용·편익의 비교가 필요한 경우 : 비화폐적인 대안에 대한 평가에 대한 경영·경제학에서의 방법론은 화폐단위로 환원하여 정량화 시킬 수 있는 형태로 만든 다음 분석하는 것이 원칙이다. 기존에 개발되어 있는 방법들로서는 ㉠비용·효과분석법(Kosen-Wirksamkeitsanalyse od.: Cost-Effectiveness Analysis), ㉡편익가분석법(Nutzwertanalyse)⁴⁾ 그리고 그 평가척도에 화폐 평가척도라고 하는 제약이 가해지지 않고 평가를 주관적인 척도에 의존하겠다는 ㉢비용·유효도분석법(Kosenwirk samkeitsanalyse od. Cost-Effectiveness Analysis)⁵⁾ 등이 있다.
- 4) 사회적인 평가가 필요한 경우 : 그밖에도 사회적인 평가가 필요한 경우에는 이미 개발되어 있는 사회적인 지표를 사용하는 ㉠사회지표법(Social Indicators)이나 ㉡관련수목법(Relavance Tree) 등이 있다.

하지만, 이상에서 살펴본 경영·경제학에서 다루고 있는 여러 가지 평가방법들은 대부분 평가척도를 화폐 평가척도에 한정하고 있어 화폐단위로 측정가능한 대안에만 유효하며, 설사 그렇지 않은 것이라 하더라도 앞서 3)에서 살펴본 바와 같이 비용·유효도(대표적인 방법론이 다속성 효용이론)와 같은 새로운 함수를 정의해야 하는 한계를 가지고 있는 것이 사실이다.

하지만, 시스템공학에서는 이러한 어려운 사태나 복잡한 문제내용을 파악하여 평가하는 방법에 대해 오래전부터 많은 연구가 있어 왔다. 그러한 경향들은 크게 두 가지 부류로 나누어 볼 수 있는데, 어려운 사태나 복잡한 문제내용

1) 이재관, 의사결정과 경영과학, 박영사, 1995. p.329.

2) Mildner, R, *Die Nutzen-Kosten-Anlyse als Entscheidungshilfe für die Stadtebtwick lungsplanning. Schwaz-rzenbek*, 1980 pp.46-192.

4) 相川哲夫, 「實踐 農村計劃のシステム・テクノロジー -判斷から處方箋づくりへの新手法-」, 農林統計協會, 日本, 1987.

5) Scheller, P. *systematische Untersuchungen bisheriger Anwendungen der Nuzwertanalyse zwecks Bestimmung der Möglichkeiten und Grenzen dieser Bewertungsmethode. Forschungsreihe Systemtechnik, Bericht*, 1974, TUB.

을 파악하여 평가하는 방법에는 그 문제를 구성하고 있는 속성들을 파악하고, 그러한 속성간의 비중(중요도)을 가중치의 형태로 산출해냄으로써 평가하는 다속성 의사결정방법과 복잡한 문제내용을 계층적인 나무모양으로 구성된 계통도로 파악하여 평가하는 다계층 의사결정방법이 그것이다.

가. 다속성 의사결정방법의 고찰

그중 먼저, 대표적인 다속성 의사결정방법들에는 다음과 같은 방법들이 존재한다.

1) 엔트로피 방법

Zeleny는 엔트로피라고 하는 개념을 도입하여 가중치를 구하는 방법을 개발하였는데, 그는 사람들이 평소에 생각하는 가중치를 선험적 가중치(a priori attribute importance), 구체적인 선택상황에서 정하는 가중치를 정보적 가중치(informational importance)라고 구분하고, 후자의 도출방법을 별도로 개발한 바 있다. 종합적 가중치(overall importance weight)는 양자의 곱으로 정의되어 이를 토대로 가중치를 도출할 수 있다는 것이다. 엔트로피 방법은 실제의 선택상황에서 주어진 자료에 따라 객관적으로 가중치를 정할 수 있게 해주는 유력한 방법이다. 그러나 이 방법은 ①계산법이 다소 복잡하고, ②우리들이 익숙하게 이용해온 선험적 가중치와는 전혀 다른 종류의 정보적 가중치라는 것을 도입하여 널리 보급되지 못하고 있으며, ③어느 한 대안을 빼거나 추가하거나 대안의 구성을 바꿀 때, 가중치가 달라져 대안별 순위가 바뀔 수 있다는 모순점을 설명하기 어렵고, ④종합적 가중치를 만들 수 있다는 주장이 아직 이론적으로나 실증적으로 규명되지 못하고 있어 한계를 가지고 있다.

2) 다속성 효용이론

다속성효용분석(multiattribute utility analysis) 혹은 다속성효용함수(multiattribute utility function)의 특성은 다목적의사결정문제를 다음과 같은 분할된 시스템에 있어서 다속성효용함수의 평가문제로 환원하는 것이다. 다속성 효용이론의

핵심과제는 복잡한 다속성 효용함수를 만드는 일인데, 함수를 이와같이 평가하기 위해서는 각 속성을 각각 독립적으로 평가하는 것이 매우 중요하며, 다속성 효용함수는 단일속성효용함수들의 결합으로 구성되기 때문에 그 결합의 형태는 속성들간의 상호관계, 즉 서로 독립적이나 아니냐에 따라 달라진다. 따라서 ①선호독립(preferential independence)의 조건, ②상호선호독립(mutual preferential independence)의 조건, ③효용독립(utility independence)의 조건, ④상호효용독립(mutual utility independence)의 조건, ⑤가치독립(value independence)의 조건 등 독립성 조건 자체가 전제된다.

3) AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법

가중치란 상대적인 비중 또는 상대적인 중요도를 뜻한다. 만일 속성이 둘뿐이라면 그들을 직접 비교하여 상대적인 비중이나 중요도를 바로 판단할 수 있겠지만 속성이 여러 가지일 때 각각의 상대적인 비중이나 중요도를 모두 고려하여 단번에 가중치를 정하기는 어렵다. 따라서 AHP (Analytic Hierarchy Process)방법에서는 속성들을 두 개씩 뽑아 쌍별로 비교하는 것이 특징이다.

이러한 AHP의 특징을 정리하면 첫째, AHP법은 모든 평가대상을 중요도로 평가하고, 둘째, 중요도는 항목간 1:1비교에 의해 구하며, 셋째, 중요도는 비율측도(상대측도)를 사용하고, 넷째, 중요도는 가법성이 성립하여야 사용할 수 있으며, 다섯째, 항목간 중요도를 통합할 때에는 단순가중법을 사용하고 있다는 것이다.

하지만, 이처럼 AHP는 매우 간편한 계층구조 평가법이지만 평가항목간에 독립성이 보장되지 않을 경우에는 적용할 수 없으며, 전체적인 평가를 중요도에만 의존하기 때문에 평가항목이 지닌 달성도 또는 잠재력을 평가하기가 어렵다는 결점을 아울러 지니고 있다.

나. 다계층 의사결정방법의 고찰

1) 관련수목법(Relevance Tree)과 PATTERN법

관련수목법은 문제해결에 있어서, 어려운 사

태나 복잡한 문제내용을 계층적인 나무모양으로 구성된 계통도로 파악하여 각 요소를 평가함으로써 문제의 구조를 분석하고 문제해결의 각종 가능성을 분석하는 시스템기법이다. 그러나 이전에 그러한 용도로 개발된 기존의 방법이라고는 시뮬레이션과 같이 복잡하고도 번잡스런 방법밖에는 없었기 때문에 계획단계를 추정하기도 용이하며, 데이터를 갱신하면서 연속적으로 사용할 수 있는 '관련수목법'이라고 불러주는 본 방법이 급속하게 발달하였다.

그 구체적인 실행방법으로는 최상층에 구체적으로 정량화된 목표(Goal)를 두고, 중간층에는 최상층의 추상적 개념을 실현하기 위한 좀더 구체적인 목적을 계획하여 배열하여 종합적으로 평가하는 것이다.

2) 의사결정수목법(Decision Tree)

의사결정수목법은 그 적용범위가 넓고, 의사결정의 대안적인 가능성을 계통도로 조감하여, 각각이 초래할 수 있는 예상결과를 분명히 함으로써, 문제의 복잡성 파악과 함께 불확실한 장래에 있어서의 문제해결 가능성을 체계적으로 제시함으로써 불확실성 문제를 다소나마 회피할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 의사결정의 모든 가능성을 계통 수목의 형태로 논리적으로 분기상으로 열거·제시하는 것이 '형태학적 시스템 기법' 등에 비해 커다란 장점이다. 이러한 방식으로 문제해결을 위한 새로운 대안이나 예상 밖의 사상을 찾아낼 수 있기도 하지만 역으로 너무 많은 대안이나 사상이 대상으로 되면, 의사결정의 계통수목이 너무 다양하여 쉽사리 계통화를 할 수 없게 되며, 평가시에도 문제가 있어 결과적으로 '기대값'에 분명한 차가 나오지 않을 수도 있다.

다. 퍼지측도를 이용한 중복된 다속성 의사결정방법
인간이 행하는 주관적평가에는 애매모호함이

수반되기 때문에 그 애매모호함에 대처한 분석법이 필요하다. 특히 인간은 평가를 할 때, 반드시 확률측도와 같은 가법성을 만족하는 측도를 사용한다고 볼 수만은 없다. 또한, 평가항목 중에서 상호관련되는 항목도 포함되고, 역으로 관련이 적다고 생각되는 항목도 평가자에 따라서는 관련이 있다고 평가하는 경우도 있다.

여기에 설명하는 퍼지측도, 퍼지분석은 가법성·항목간의 독립성을 따로이 가정할 필요없이 인간의 평가 프로세스의 모델링에 적합하고 그 응용에 대해서도 연구가 되고 있는 것이며, 특히 퍼지측도는 모호한 대상을 평가할 때, 사용되는 주관적 측도라고 해석된다⁶⁾.

퍼지측도의 동정문제는 결과적으로 그 조사결과를 퍼지측도의 조건에 부합시키는 것과 동일하기 때문에, 그 조사의 형식 하나만 살펴본다면, 평가대상의 모든 조합에 해당되는 멤버십 정도를 모두 얻기 위해 행해져야 하기 때문에 평가자는 평가차원의 수가 m 차원에서 $m+1$ 차원으로 늘어나면, 평가횟수는 2^m 회로 급속히 증가하는 성질이 있다. 따라서 평가대상의 평가차원이 따라서 실제로 이를 응용하기 위해서는 조사의 노력을 좀더 줄일 수 있는 방향을 모색하는 것이 중요하며, 차원을 줄여나가는 구체적인 방법으로는 다차원적인 퍼지대체안(대상)을 퍼지적분하는 방법을 생각해 볼 수 있다.

라. 속성간 중복을 고려한 다속성·다계층의 사결정방법-계층퍼지적분법(HFI)

계층퍼지적분법(hierarchical fuzzy integrals : HFI)⁷⁾은 AHP가 평가항목간에 독립성이 보장되지 않을 경우에는 적용할 수 없다는 한계를 극복하는 방법으로 도입된 HFI방법은 첫째, 평가항목간에 존재하는 중복성, 즉 상호관련성을 보장할 수 있도록 상호관련계수의 개념을 도입하고 있고, 둘째, 단조성을 만족하는 퍼지 측

6) 鬼澤武久, "フアジイ測度解釋", 數理科學, No.284, Feb 1987, p.26.

7) 이철영 · 이석태, "상호연관성을 지닌 계층구조형 문제의 평가 알고리즘", 한국항만학회지 제7권 제1호, 1993.

도의 개념을 도입하여, 상호관련성 및 평가항목간의 독립성을 보장함으로써 AHP의 장점인 간편성을 살리고 있으며, 세째, 종합적인 평가 방법으로서 평가항목이 지닌 잠재력 또는 달성도를 확보할 수 있는 퍼지적분을 도입하고 있다는 측면에서 일반적인 평가방법이라고 할 수 있다. 그러나, HFI는 다음과 같은 결점을 아울러 지니고 있다.

첫째, AHP에서 구한 중요도와 상호관계수를 그대로 사용하기 때문에 퍼지측도 및 퍼지측도의 집합측을 계산할 경우, 보정계수를 가정하여 근사적인 퍼지측도를 구하고 있고,

둘째, 보정계수를 구하는 과정이 복잡할 뿐만 아니라, 기본적인 단조열을 AHP에서 구한 중요도의 단조열을 그대로 사용하고 있으며, 세째, 종합적인 평가시에 전계층에서 퍼지적분을 채용함으로써 계산이 복잡하고, 경우에 따라서는 계층별 상호관계수를 구해야 하는 문제점이 생긴다는 것이다.

라. 계층퍼지분석(Hierarchical Fuzzy Process : HFP) 방법

앞서 HFI방법이 안고 있는 문제점들에 대응할 수 있는 보다 종합적인 평가방법이 필요하며, 이를 위해서 AHP에서 구한 중요도와 상호관계수로 부터 직접 퍼지 측도를 구할 수 있고, 복잡한 계층구조에 대응할 수 있는 보다 간편한 종합평가법을 구축할 필요가 있어 개발한 것이 HFP방법이다. 이 방법은 우선 계층분석법(AHP)에 의해 평가항목의 중요도 (w) 및 평가항목간의 상호작용계수를 조사하고, 평가항목간의 중요도 (w) 및 평가항목간의 상호작용계수를 이용하여 퍼지측도와 자료 또는 평가에 의해 평가대상에 대한 평가항목별 평가치 $h(\cdot)$ 를 구한 다음 최하위 계층에서는 평가항목별 평가치 $h(\cdot)$ 와 $g(\cdot)$ 를 사용하여 퍼지 계

층적분으로 통합평가를 하며, 그 이외의 계층에서는 단순가중법에 의해 통합평가를 행하는 방법으로 본 연구도 이 방법을 사용하여 평가를 수행하였다.

4. 항만물류서비스의 평가

앞서 2장에서 살펴본 바와 같이 본 연구에서 새롭게 정의한 항만물류서비스의 속성은 6가지였으며, 이들 속성은 항만마케팅이라는 목표하에 다음의 Fig. 4.1 과 같은 계층으로 표현할 수 있다.

한편, 본 연구에서는 항만물류서비스의 속성간 중요도에 대해서 선주와 하주가 각각 어떻게 생각하고 있는가를 설문조사하였는데 설문조사에 대한 상세한 내용은 Table 4.1과 같다.

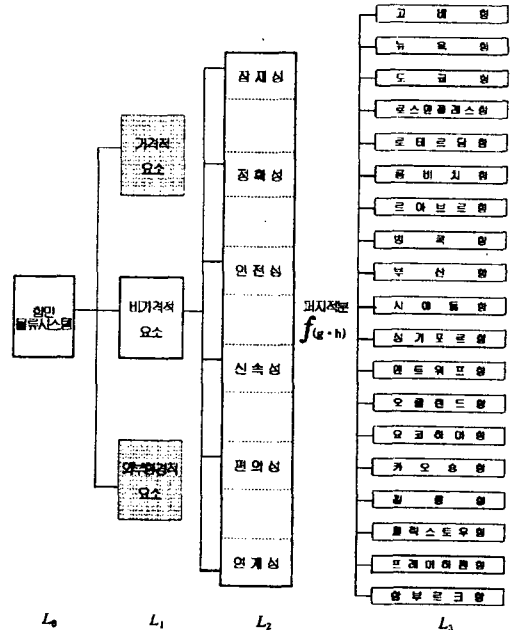


Fig. 4.1 Hierarchical Evaluation Structure of Physical Distribution Service in Port

Table 4.1 Contents of Survey

| | |
|-------|---|
| 조사대상 | 선주 : 국적선사로써 1척이상의 선박을 소유하고 운항중에 있는 16선사의 운항부서 (과장급 이상) 하주 : 96년 1월에서 7월사이 수출액이 우리나라 상위 100대 랭크되는 기업의 수출담당부서 (과장급 이상) |
| 조사방법 | 담당자와 전화후 설문발송 방법 |
| 조사기간 | 96. 8. 10 - 9. 10 |
| 설문회수율 | 선주 : 100%, 하주 : 33% |

4.1 항만 직간접 이용자의 항만물류서비스 속성별 중요도 분석

하주를 대상으로 수행한 설문을 AHP법으로 분석한 결과 각 속성에 대한 중요도는

| |
|---|
| 신속성(0.221) > 정확성(0.215) > 안전성(0.156) > 연계성(0.152) > 잠재성(0.134) > 편의성(0.124) |
|---|

의 순으로 나타나 항만에서 신속하고 정확하게 화물을 운송해 주기를 바라고 있는 것으로 분석되었으며, 직접적인 관련이 없는 항만에서의 편의성에는 둔감한 반응을 보였다. 이러한 분석에 있어 평가치의 정합도(Consistency Index; C.I.)와 정합비(Consistency Ratio; C.R.)는 각각 0.00575, 0.00464로 모두 0.1이하의 양호한 결과를 보였다.

한편, 선주를 대상으로 수행한 설문을 AHP법으로 분석한 결과도 각 속성에 대한 중요도는

| |
|---|
| 안전성(0.226) > 정확성(0.187) > 신속성(0.182) > 연계성(0.149) > 잠재성(0.137) > 편의성(0.120) |
|---|

의 순으로 나타나 항만에서 화물을 안전하게 취급해 주는 것에 가장 관심을 기울이고 있는 것으로 나타났다. 여기서 주목할 점은 선사들은 화물이 안전하고 정확하게 운송만 된다면 조금은 불편해도(편의성) 감수할 수 있다고 답변한 부분이다. 이때의 평가치의 정합도(C.I.)와 정합비(C.R.)는 각각 0.00210, 0.00169로 모두 0.1이하의 양호한 결과를 나타내었다.

또한 이들 중복도를 계산한 결과 상호작용계수 λ 는 -0.256으로 계산되어 평균 25%정도의 속성별 개념의 중복도를 표현해 주고 있다.

4.2 HFP법에 의한 평가결과

HFP법을 사용하여 세계20대 항만의 서비스 수준을 평가하는 문제는 직접 그 항만에 기항해 본 경험이 있는 선사들을 상대로만 설문조사를 수행하였다.

1) 상호작용 계수 λ 의 산출

평가하는 평가항목이 상호 완전히 독립이라는 것을 가정한 AHP법과는 달리 HFP에서는 각 평가항목이 상호 어느정도 중복되어 있을 것이라는 것을 전제하고 있기 때문에 이를 설문을 통하여 조사하였다. 따라서 본 연구에서는 항목간 중복도를 파악하기 위하여 각 2개 항목간의 중복성을 묻는 설문을 시행하였는데, 이때 획득한 2개의 문항간 중복도는 Table 4.2 와 같다.

Table 4.2 Interaction of Evaluation Factors(λ) Based on Questionnaire

| | 잠재성 | 정확성 | 안전성 | 신속성 | 편의성 | 연계성 |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 잠재성 | 0 | -0.32 | -0.41 | -0.30 | -0.16 | -0.35 |
| 정확성 | | 0 | -0.15 | -0.45 | -0.19 | -0.34 |
| 안전성 | | | 0 | -0.10 | -0.12 | -0.13 |
| 신속성 | | | | 0 | -0.35 | -0.20 |
| 편의성 | | | | | 0 | -0.53 |
| 연계성 | | | | | | 0 |

2) 重要도 $w(\cdot)$ 와 평가치 $h(\cdot)$ 의 산출

重要도 $w(\cdot)$ 는 AHP법에서 사용한 重要도를 그대로 사용하며, 퍼지평가치 $h(\cdot)$ 도 일반적으로

로 공개된 資料가 없어 Table 4.3 과 같이 설문조사하여 구하였다.

Table 4.3 Overall Evaluation Value $h(\cdot)$ Based on Questionnaire

| 항 만 | 응답수 | 잠재성 $h(1)$ | 정확성 $h(2)$ | 안전성 $h(3)$ | 신속성 $h(4)$ | 편의성 $h(5)$ | 연계성 $h(6)$ |
|---------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 홍콩항 | 15 | 0.88 | 0.85 | 0.71 | 0.88 | 0.87 | 0.91 |
| 부산항 | 15 | 0.64 | 0.55 | 0.61 | 0.47 | 0.55 | 0.55 |
| 싱가포르항 | 16 | 1.00 | 1.00 | 0.93 | 0.98 | 1.00 | 1.00 |
| 카오슝항 | 15 | 0.83 | 0.79 | 0.70 | 0.75 | 0.69 | 0.77 |
| 킬룽항 | 15 | 0.68 | 0.72 | 0.69 | 0.69 | 0.64 | 0.65 |
| 방콕항 | 13 | 0.66 | 0.60 | 0.54 | 0.56 | 0.52 | 0.54 |
| 도쿄항 | 15 | 0.84 | 0.91 | 0.88 | 0.88 | 0.86 | 0.86 |
| 요코하마항 | 14 | 0.94 | 0.96 | 0.92 | 0.83 | 0.90 | 0.90 |
| 고베항 | 14 | 0.85 | 0.84 | 0.84 | 0.78 | 0.84 | 0.84 |
| 프레머하펜항 | 8 | 0.80 | 0.80 | 0.93 | 0.78 | 0.80 | 0.84 |
| 함부르크항 | 8 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.98 | 0.94 | 0.91 |
| 로테르담항 | 9 | 0.97 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.96 | 0.98 |
| 르아브르항 | 8 | 0.83 | 0.75 | 0.83 | 0.77 | 0.81 | 0.78 |
| 앤티워프항 | 8 | 0.81 | 0.77 | 0.81 | 0.85 | 0.83 | 0.82 |
| 펠릭스토우항 | 8 | 0.81 | 0.77 | 0.81 | 0.85 | 0.83 | 0.82 |
| 롱비치항 | 12 | 0.87 | 0.94 | 0.93 | 0.93 | 0.83 | 0.94 |
| 로스앤젤레스항 | 12 | 0.85 | 0.86 | 0.89 | 0.83 | 0.78 | 0.85 |
| 오클랜드항 | 10 | 0.91 | 0.86 | 0.89 | 0.87 | 0.86 | 0.84 |
| 시애틀항 | 12 | 0.93 | 0.94 | 0.91 | 0.83 | 0.90 | 0.99 |
| 뉴욕항 | 11 | 0.85 | 0.90 | 0.89 | 0.83 | 0.83 | 0.86 |

3) 측도치 $g(\cdot)$ 의 산출

측도치 $g(\cdot)$ 의 산출결과는 Table 4-4에 보인다.

Table 4.4 Fuzzy Measure Value $g(\cdot)$ of Evaluation Factors Based on HFP

| | 測度값 $g(\cdot)$ |
|--------------|----------------|
| 잠재성 $g(X_1)$ | 0.462 |
| 정확성 $g(X_2)$ | 0.281 |
| 안전성 $g(X_3)$ | 0.147 |
| 신속성 $g(X_4)$ | 0.147 |
| 편의성 $g(X_5)$ | 0.073 |
| 연계성 $g(X_6)$ | 0.073 |

4) 각 항만별 퍼지평가치 산출과 순위결정

이상에서 산출한 $h(\cdot)$ 값 중 부산항의 값과 $g(\cdot)$ 값을 사용하면, 아래의 Table 4.5 와 같은 표를 구할 수 있으며, 이를 아래의 Fig 4.2 와 같은 방법으로 퍼지 적분을 수행함으로써, 부산항의 평가치를 구할 수 있다. 나머지 항만에 대해서도 똑같은 방법에 의하여 각각의 평가치를 구할 수 있다.

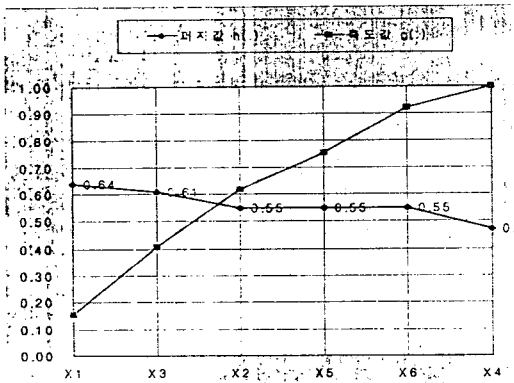
Table 4.5 $h(\cdot)$ and $g(\cdot)$ value for F-integral of Pusan port

| 퍼지값 $h(\cdot)$ | | 측도값 $g(\cdot)$ | | 평가치 |
|----------------|------|-----------------------------------|-------|-----|
| $h(X_1)$ | 0.64 | $g(X_1)$ | 0.155 | |
| $h(X_3)$ | 0.61 | $g(X_1, X_3)$ | 0.408 | |
| $h(X_2)$ | 0.55 | $g(X_1, X_3, X_2)$ | 0.618 | |
| $h(X_5)$ | 0.55 | $g(X_1, X_3, X_2, X_5)$ | 0.754 | |
| $h(X_6)$ | 0.55 | $g(X_1, X_3, X_2, X_5, X_6)$ | 0.922 | |
| $h(X_4)$ | 0.47 | $g(X_1, X_3, X_2, X_5, X_6, X_4)$ | 1.000 | |

Table 4.6 The Rank of Physical Distribution Service among World Big 20 Ports

| 등수 | 항만 | 평가치 | 등수 | 항만 | 평가치 |
|----|-------|-------|----|---------|-------|
| 1 | 로테르담항 | 0.970 | 11 | 로스앤젤레스항 | 0.836 |
| 2 | 함부르크항 | 0.940 | 12 | 뉴욕항 | 0.830 |
| 3 | 싱가포르항 | 0.930 | 13 | 앤티워프항 | 0.810 |
| 4 | 시애틀항 | 0.900 | 14 | 펠릭스토우항 | 0.810 |
| 5 | 요코하마항 | 0.900 | 15 | 프레머하펜항 | 0.800 |
| 6 | 롱비치항 | 0.870 | 16 | 르아브르항 | 0.770 |
| 7 | 오클랜드항 | 0.860 | 17 | 카오슝항 | 0.738 |
| 8 | 도쿄항 | 0.860 | 18 | 킬롱항 | 0.667 |
| 9 | 홍콩항 | 0.850 | 19 | 방콕항 | 0.560 |
| 10 | 고베항 | 0.840 | 20 | 부산항 | 0.550 |

5. 결론



부산항의 퍼지 평가치 = 0.550

Fig. 4.2 Fuzzy integral value of Pusan port

이상의 HFP 알고리즘에 의해 계층퍼지적분을 행한 결과를 종합한 세계 20대 항만의 항만서비스 수준 순위를 살펴보면 위의 Table 4-6과 같다.

본 연구는 그 동안 항만에 마케팅이라는 경영학적인 개념을 도입하여 시스템적 효율을 극대화해야 한다는 주장만 있었지, 객관적인 평가기준을 찾을 수 없어, 정량적으로 취급하지 못했던 항만물류서비스의 평가에 기준을 마련함은 물론, 실질적인 평가치까지 구체적으로 산출해 냄으로써 세계 20대 항만의 물류서비스 수준을 평가한데 의의가 있다. 아울러 평가과정에서 취급 컨테이너 물동량이 세계 6위 항만이라는 부산항의 서비스수준은 가장 낙후된 항구라는 것이 분석되었다.

이러한 계기로 앞으로는 항만물류서비스의 측정이나 개선의 문제에 직면하여 발생하는 갖가지 문제점을 그대로 방치할 수밖에 없었던 현실을 개선하는데 도움이 될 수 있을 것으로 확신한다.

또한, 본 연구는 항만의 직·간접 이용자들이

입장의 차이에 따라 항만물류서비스의 개념을 어떻게 다르게 사용하고 있는지를 비교·분석함으로써 항만의 운영자나 항만의 직접이용자(선주)나 간접이용자(하주)들이 바라는 항만물류서비스가 어떻게 다르고, 실질적으로 그들이 항만에 원하는 서비스가 무엇인지 알수 있었다.

이러한 점들은 항만운영자(당국, 하역회사)가 앞으로 제공해야할 항만물류서비스 나아가 미래 항만에서 추구해야할 목표가 될 것으로 사료된다.

본 연구에서는 앞서 설명한 이유에서 항만의 마케팅요소중 비가격경쟁요소(서비스)만을 연구대상으로 하였으나, 차후에는 가격경쟁요소와 외부환경적인 요소를 모두 포함하는 실질적인 항만마케팅능력을 평가하는 연구도 뒤따라야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, Mcgraw-Hill Book Co., 1977, pp.3-6.
- 2) T. Murofushi, "Fuzzy Measure and Its Applications", 韓國퍼지學會 釜山·慶南支會 招請 講演資料, 1992, p. 1.
- 3) H. Shiizuka & T. Sugiyama, "On Decision Making by Hierarchical Fuzzy Integrals", *8th Fuzzy System Symposium*, 1992, p.33.
- 4) M. Sugeno, "Theory of Fuzzy Integral and Its Applications, Doctorial Thesis", *Tokyo Institute of Technology*, 1974, pp. 18-55.
- 5) 菅野道夫, "Fuzzy測度の構成とFuzzy積分によるパターンの類似度評價", 日本 計測自動制御學會 論文集 第9卷 第3號, 1973, p. 363.
- 6) 鬼尺武久, 「フアジイ測度解析」, 數理科學, No.284, 1987. pp.26-34.
- 7) 關田康慶, 「Fuzzy測度の同定に關する一考察」, 大阪大學經濟學, vol.25, No.4, 1976. pp.133-138.
- 8) 本多中二·大里有生, 「システム工學入門」, 東京, 海文堂, 1989, p. 126.
- 9) 寺野壽郎, 「システム工學入門 - あいまい問題への挑戦」, 共立出版株式會社, 1985.
- 10) 阿保榮司, 「物流サービスの戰略的展開」, 東京, 白桃書房, 1991.
- 11) 李哲榮·李石泰, "相互關聯性を 지닌 階層構造型 問題의 評價 알고리즘", 韓國港灣學會誌 第7卷 第1號, 1993.
- 12) 李哲榮·李石泰, "極東 亞細亞 컨테이너 港灣의 能力評價에 關한 研究", 韓國港灣學會誌 第7卷 第1號, 1993.
- 13) 鬼澤武久, "フアジイ測度解釋", 數理科學, No.284, Feb 1987, p.26.
- 14) 具滋允, "階層分析法에 의한 船舶 接離岸 安全性의 評價方案", 韓國航海學會誌 第18卷 第4號, 1994.
- 15) 呂奇泰·盧弘承·李哲榮, "퍼지積分을 導入한 階層構造的 評價 알고리즘", 海洋安全學會誌, 第2卷 第1號, 1996. pp.97-106.