

퍼지-뉴로를 이용한 화주의 항만선택 행동 분석

† 장운재* · 금종수**

* 목포해양대학교대학원, **목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

An Analysis on an Action about Port Choice of Shipper using Fuzzy-Neural Network

† Woon-Jae Jang* · Jong-Soo Keum**

*Graduate school of Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**Division of Maritime transportation system, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 본 연구의 목적은 인접한 2항만 간 화주의 항만선택에 관한 행동을 분석하기 위한 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 퍼지추론법과 뉴럴네트워크 모델을 이용하여 항만선택 행동모델, 즉 퍼지-뉴로 행동모델을 구축하고 부산항과 광양항을 대상으로 화주의 항만선택 행동을 분석하였다. 또한 로짓모델과 비교하여 퍼지-뉴로 모델의 판별 우수성을 검증하였고, 서비스 수준과 화물량 등의 파라미터를 변경한 항만선택 행동을 분석하였다.

핵심용어 : 항만선택, 화주, 퍼지로지, 신경망, 로짓모델

Abstract : This paper aims to analyze an action about a port choice of shipper between two ports. For this propose, this paper analyzed a port choice action for Kwangyang and Busan port using a fuzzy logic and neural network. Also, this paper compared classification performance of fuzzy-neural network to Logit model, and analyzed a port choice action into change Para-meta such as freight volumes and service standard.

Key words : Port choice, Shipper, Fuzzy logic, Neural network, Logit model

1. 서 론

최근 항만간 중심항 경쟁이 심화되면서 항만선택 행동에 관한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 그러나 인접한 2항만간의 화주의 항만선택 행동에 대한 연구는 거의 미비하다. 특히 우리나라와 같이 거리상 인접하여 경쟁관계가 다른 항만보다 큰 부산항과 광양항간 항만선택 행동을 분석하는 것은 향후 우리나라의 항만정책 방향 설정에 기초자료가 될 것이다. 항만선택 행동에 관한 분석모델로서는 로짓모델이라고 하는 함수형 모델이 있으며, 이것은 효용이론을 전제로 하여 통계적으로 나타내는 방법이다. 또 다른 방법으로는 컴퓨터 공학분야에서 사용되고 있는 방법으로 인간의 지식에 기초한 주관적 판단과정을 모델화하는 것에 의한 방법으로 퍼지추론법과 뉴럴네트워크의 이용이 검토되고 있다. 또한, 최근에는 퍼지추론과 뉴럴네트워크를 유기적으로 결합한 퍼지-뉴로에 의한 모델화수법이 제안되어, 여러 분야에서 널리 사용되고 있다.

본 연구에서는 퍼지추론과 뉴럴네트워크를 사용하여 항만선택행동문제의 모델화를 행하고자 한다. 또한 항만선택 행동모델을 분석하는데 있어 기존의 로짓모델과 퍼지-뉴로(fuzzy - neural network)에 의한 방법을 비교하고 퍼지-뉴로의 적용가능성을 검토하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 항만선택 문헌연구

항만선택에 관한 요소는 연구자마다 다양한 요소를 추출하여 이용하고 있다. 이러한 연구를 정리하면 물동량, 항만비용, 항만서비스 등의 요소가 공통적으로 고려되고 있으며 Table 1 과 같이 나타낼 수 있다.

Table 1 Port choice factor

연구자	조사대상	항만선택요인
今井(1988)	화주	기항빈도, 화물관련업자 수, 화물량, 내륙수송거리
Willingale(1981)*	선사	항만시설, 기항빈도, 화물안전성, 서비스, 항만비용, 운항거리 등
Slack(1985)*	화주, 포워드	
Murphy(1988,1989)*	항만, 선사	
Murphy(1992)*	항만, 선사, 화주, 포워드	서비스, 운송시간, 장비가용성, 화물정보, 내륙운송비용 등
UNCTAD(1992)*	포워드, 화주	항만위치, 항만비용, 배후경제권역, 항만시설, 운영능력
Cullinane(2000)*	문헌고찰	
Lim(2003,2004)*	전문가, 선사	
Song(2004)*	전문가	

주) 자료 : *는 김 외3(2006)

† 교신저자 : 장운재(정회원), jwj98@mmu.ac.kr 061)240-7151

** 종신회원, jskeum@mmu.ac.kr 061)240-7075

따라서 이상의 연구를 토대로 변수를 추출하면 항만서비스 (다양한 루트의 기항선사 기항, 항만화물처리 생산성 등), 화물량, 항만유통 비용, 내륙수송 시간으로 나타낼 수 있다. 여기서 항만유통 비용은 포장비용, 항만시설비용, 내륙연안 하역 비용, 본선하역비용, 내륙수송비용, 재항시 선박비용, 해상수송비용, 보관비용, 화물금리, 항만 자체 비용 등으로 나타낼 수 있다. 이러한 항만유통 코스트 중 포장비용, 해상수송비용 및 보관비용은 화물의 종류와 수송되어야 하는 항로에 의해 일정하고, 항만시설비용, 내륙연안 하역비용, 본선하역비용, 화물금리 및 항만자체비용 등은 접안한 같은 정도 규모의 항만에서는 효율은 거의 일정하기 때문에 총 코스트를 변동시키는 내륙수송비용과 재항시 선박비용 등이라고 할 수 있다(三木, 1984). 한편, 컨테이너 선박은 거의 정시 스케줄에 의해 운항되기 때문에 본 연구에서는 재항시 선박비용을 항만별로 일정하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 내륙수송비용만을 고려하고 우리나라의 경우 내륙수송은 거의 대부분 공로수송이므로 도로수송비용만 고려하였다. 한편, 화물량, 항만비용과 내륙수송 시간은 정량적 자료로 표현이 가능하지만 서비스 수준은 정성적 자료로 표현될 수 있다. 따라서 정량적인 자료와 정성적 자료가 혼합된 자료를 함께 다룰 수 있는 퍼지성과 학습기능이 있는 신경망의 합성을 통해 불완전한 퍼지규칙과 데이터의 신뢰를 강화하기 위해 퍼지-뉴로모델이 제안될 필요가 있다.

2.2 도로 수송 코스트

1) 차량속도

차량속도는 무게, 재화중량, 차량적재변수, 마력 등을 고려하여 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$TRAVT = K1 + K2 \cdot \left[\frac{W(ICLAS) + [PAYLOD(ICLAS) \cdot VLODFC(ICLAS)]}{HP(ICLAS)} \right] \quad (1)$$

TRAVT : 여행시간(분/마일), K1, K2 : 연료소비 상수 (K1=0.9, K2=0.0011)

$$VLODFC = \frac{ADT(ICLAS)}{PAYLOD(ICLAS)}$$

VLODFC : 차량적재변수, ADT(ICLAS) : 평균 적재톤수 (PAYLOD의 70%)

2) 연료소비량

연료소비량은 거리, 차량무게, 재화중량톤, 차량적재변수 등을 고려하여 나타낼 수 있다.

$$FUEL = DIS \cdot K4 \cdot \left[\frac{W(ICLAS) + PAYLOD(ICLAS) \cdot VLODFC(ICLAS)}{1000} \right]^{K5} \quad (2)$$

FUEL : 연료소비량, K4, K5 : 실험치에 의한 계수(K4=0.0208, K5= 0.618)

$$FUEL = FUEL \cdot RSFF(ISURF)$$

RSFF : 도로 표면요소

3) 감가상각 및 이자율

평균수명은 연평균 차량운용거리와 최대 차량 운용거리를 고려하여 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$AVLIFE = \frac{TOTMIL(ICLAS)}{AVEMI(ICLAS)} \quad (3)$$

AVLIFE : 평균 수명, TOTMIL : 최대 차량 운용거리
AVEMI : 연평균 차량 운용거리

$$CRF = \frac{RATE \cdot (1 + RATE)^{AVLIFE}}{(1 + RATE)^{AVLIFE} - 1}$$

CRF : 자본회귀계수, RATE : 자본투자상 이자율

또한 감가상각은 자본회귀계수, 작업시간, 계절일수 등을 고려하여 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$PCTDEP = \frac{CRF \cdot TRAVT(ICLAS)}{HRPDAY(MODE) \cdot DAY(IS) \cdot RSFD} \quad (4)$$

PCTDEP : 감가상각 퍼센트, HRPDAY : 각 차량의 작업 시간(운송시간), DAYS(IS): 계절IS의 일수(기준일의 중심으로 노면 상태에 따라 결정되는 일수), RSFD : 감가상각을 위한 도로표면계수(RSFD=1)

4) 타이어 마모

$$TL = \frac{TIRLIF \cdot TIRMUL}{FACTO}$$

TIRLIF : 1마일 당 타이어 평균수명, TIRMUL : 실험에 의해 결정된 상수, FACTO: 시간당 1마일 혹은 5분간 평균 스피드

$$TWF = \frac{DIS \cdot TIRES(ICLAS) \cdot RSFT(ISURF)}{TL}$$

TWF : 타이어 마모요소, TIRES: 차량의 타이어 수
RSFT: 타이어를 위해 도로표면계수(RSFT=1)

5) 오일 소모량

$$OIL = DIS \cdot RSFO(ISURF)$$

OIL : 오일 소비량, DIS : 도로 구간 거리(마일), RSFO : 연료 소모량 산출을 위한 도로표면계수(RSFO=1)

6) 차량유지비

$$PARTS = UMC(ICLAS) \cdot DIS \cdot RSFM(ISURF)$$

PARTS : 차량최초비용의 퍼센트에 의한 유지비, UMC (ICLAS) : 차량최초비용의 퍼센트에 의한 마일 당 단위유지비, RSFM : 차량유지를 위한 도로표면계수(RSFM=1)

$$LABOR = ULT(ICLAS) \cdot DIS \cdot RSFM(ISURF)$$

LABOR : 수리 보수를 위한 노동력, ULT(ICLAS) : 시간 당 단위 노동비

7) 종합 도로운송비

$$\text{운전자비} : CRUCST = CREWHR \cdot UDT(ICLAS)$$

$$\text{여기서 } CREWHR = CREW(ICLAS) \cdot TRAVT(ICLAS)$$

$$\text{연료비} : FULCST = FUEL \cdot FC(ICLAS)$$

$$\text{오일비} : OILCST = OIL \cdot OILC$$

$$\text{타이어비} : TIRCST = TIRES \cdot TWF \cdot TC(ICLAS)$$

$$\text{차량유지비} : MNTCST = PARTS \cdot COST(ICLAS)$$

$$\text{노동유지비} : LABCST = LABOR \cdot WAGEM$$

$$\text{감가상각비} : DEPCST = PCTDEP \cdot COST(ICLAS)$$

전체 도로운송비 :

$$RTOC = CRUCST + FULCST + OILCST + TIRCST + MNTCST + LABCST + DEPCST$$

2.3 퍼지-뉴로모델

본 연구에서의 퍼지-뉴로모델은 퍼지추론 Rule을 이용하여 추론을 행하고, 그 결과를 뉴럴네트워크를 이용하여 처리하는 것이다. 즉, 퍼지추론의 출력이 뉴럴네트워크의 입력으로 되는 형태의 직렬형 퍼지-뉴럴네트워크로 전문가의 지식은 퍼지부분에서 표현되고 신경망으로 이러한 규칙을 학습하는 것이다. 따라서 이 모델을 이용하면 전문가의 지식을 보다 정확하게 조정하여 반영할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 퍼지-뉴로 모델화 과정은 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.

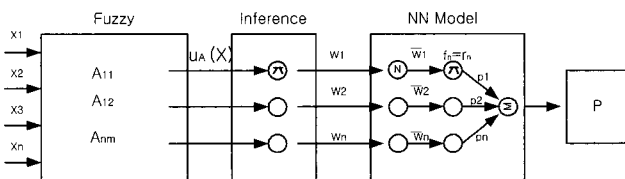


Fig. 1 Conception of Fuzzy-Neural Network Model

본 연구의 퍼지-뉴로 모델은 Fig. 1에서 보이는 바와 같이

$$w_i = \prod_{j=1}^m \mu_{A_{ji}}(x_j) = \mu_{A_{11}}(x_1) \cdot \mu_{A_{12}}(x_2) \cdot \mu_{A_{11}}(x_1) \cdot \mu_{A_{22}}(x_2) \cdot \dots$$

$$\overline{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \tag{5}$$

$$p = \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n \overline{w}_i f_i = \frac{\sum (w_i * f_i)}{\sum w_i}$$

이며, 여기서 x_j : 입력값, A_{ji} : 전건부 소속함수 집합,

$\mu_{A_{ji}}(x_j)$: 입력 x_j 의 집합A에 대한 소속 함수값, w_i : i 번째 규칙의 연결강도, \overline{w}_i : 정규화된 w_i , r_i : i번째 규칙 후건부의 소속함수값, p_i : i번째 규칙의 출력값, p : 시스템의 출력값, f_i : 퍼지규칙의 후건부를 나타내는 다항식 $f_i = r_i N$: 정규화된 연결강도를 의미한다. 또한, 결과의 소속함수값은 입력과 출력 뉴런 j사이의 거리 r_i 에 따라 식(6)과 같이 계산한다.

$$r_i = \sum_{j=0}^{N-1} (x_j(t) - w_{ji}(t))^2 \tag{6}$$

여기서 $x_j(t)$ 는 시각 t에서의 j번째 입력벡터, $w_{ji}(t)$ 시각 t에서의 j번째 입력벡터와 i번째 출력 뉴런 사이의 연결강도. 연결강도의 재조정은 식(7)과 같이 계산한다.

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \alpha(x_j(t) - w_{ji}(t)) \tag{7}$$

여기에서 i는 i^* 의 이웃 반경 내의 뉴런이고 j는 0에서 N-1까지의 정수 값이다. α 는 0과 1사이의 이득항(gain term)이다. 이때 최소 거리 r_i 인 출력 뉴런 i^* 를 선택하고, t는 학습횟수이다.

3. 항만선택 모델 구성

3.1 도로수송 코스트

본 연구에서는 도로수송을 위한 컨테이너 차량은 세미트레일로 운송되며 국내 H 운수사의 내부 자료를 이용하여 구형과 신형으로 구분하여 Table 2와 같이 나타내었다.

Table 2 Representative Vehicle Characteristics and Unit Cost

요소	구형 (ICLSA=1)	신형 (ICLSA=2)
무게(W), Kg	5,000	3,450
재화중량(PAYLOD), Kg	24,000	27,500
마력(HP)	340	440
타이어 개수(TIRES)(2축), 개	18	18
차량 평균수명 거리(TOTMIL), 마일	700,000	800,000
연 차량 운행거리(AVEMIL), 마일	100,000	110,000
운전자 수(CREW), 인	1	1
최초 차량비(COST), 달러	71,100	91,800
이자율(RATE), 연	7	7
타이어 비용(TC), 달러	120	120
임금(UDT), 인/달러/시간	2	2
연료비(FC), 갤론/달러/시간	0.22	0.2
최초차량비의 퍼센트에 의한 유지비(UMC), 달러	0.0000084	0.00000365
노동비(ULT), 마일/달러/시간	0.005	0.003
오일 소모량(OC), 분기/마일	0.024	0.018
오일비(OILC), 분기/달러	0.5	0.5
기계비용 (WAGEM), 시간/달러	1.5	1.5

Table 2에 보이는 바와 같이 구형 세미트레이일러는 평균 무게 5,000Kg, 재화중량은 24톤, 평균마력 340 등으로 나타났고, 신형은 평균 3,450Kg, 재화중량은 27.5톤, 평균마력 440 등인 것으로 나타났다. 이때 차량 비율은 구형 60%, 신형 40%의 비율로 하였다. 따라서, 실제 H 운수사의 도로수송 요금과 계산치를 비교해보면 Fig. 2와 같이 계산치가 관측치보다 조금 적은 편으로 나타났다.

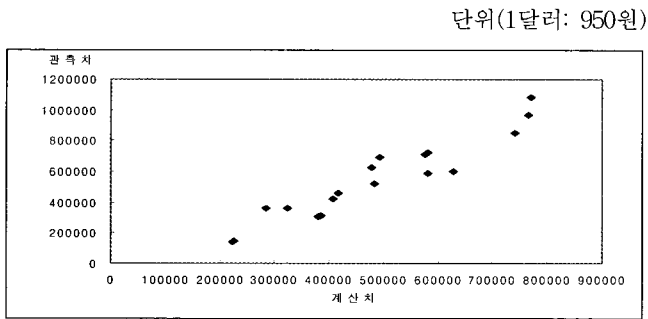


Fig. 2 Model Validity : Inland Cost

3.2 컨테이너 화물 유동량

2000년 부산, 광양항에서 취급하는 컨테이너 화물 유동량을 조사한 결과 Table 3과 같이 부산항의 컨테이너 취급량이 5,010,640 TEU로 광양항보다 7.7배 처리량이 높은 것으로 나타났다. 부산항에서 컨테이너 유동량이 가장 많은 지역은 경남 지역이 1,655,976 TEU로 부산항 전체 화물 유동량 중 33%를 차지하는 것으로 나타났으며 그 다음으로는 수도권 1,232,396 TEU로 24.6%로 유동량이 많은 것으로 나타났다. 광양항의 경우에는 전남권역이 354,060 TEU로 광양항 전체 컨테이너 유동량 중 54.8%를 차지하고 있으며 수도권도 106,060 TEU로 16.4%를 차지하는 것으로 나타났다.

Table 3 Container Volume from Port to Hinterland

2000년 표준	부산항	비율	광양항	비율
수도권	1,232,396	0.245956	106,060	0.164319
부산	430,271	0.085871	30,098	0.046631
경남	1,655,976	0.330492	1,325	0.002053
경북	875,601	0.174748	8,547	0.013242
전남	357,378	0.071324	354,060	0.548548
전북	110,765	0.022106	98,487	0.152587
충남	122,892	0.024526	9,108	0.014111
충북	219,839	0.043874	37,218	0.057662
강원	5,522	0.001102	547	0.000847

한편, 각 지역별 유동량의 비율을 토대로 Table 4와 같이 연도별 각 지역의 컨테이너 유동량을 산출할 수 있게 된다. 따라서 최근 6년간의 연도별 컨테이너 유동량은 Table과 같이 나타났다. 각 연도별 컨테이너 화물의 비율을 보면 부산은 2000년 88.86%에서 매년 소폭 감소하여 2005년에는 85.63%의

비율을 차지하게 되고 광양은 2000년 11.14%에서 매년 소폭 증가하여 14.37%의 비율을 차지하는 것으로 나타났다.

Table 4 Container Throughput in Busan and Kwangyang port

연도	부산	부산비율	광양	광양비율
2000	5150431	88.86%	645798	11.14%
2001	5129831	87.67%	721365	12.33%
2002	5563912	87.28%	811147	12.72%
2003	6186277	87.41%	891296	12.59%
2004	6699506	87.14%	988595	12.86%
2005	6663495	85.63%	1118018	14.37%

3.3 항만선택 퍼지 규칙 베이스

퍼지 규칙에서 조건부와 결론부의 언어적 변수는 퍼지 집합에 대응된다. 입력 퍼지 변수가 결정되고, 그 변수의 개수에 따라 설계할 수 있는 제어규칙의 최대개수가 결정되면, 입력공간이 정의된다. 이 중 시스템의 특성을 고려하여 입력변수의 영역(range)을 나누어 그에 따라 제어규칙을 결정하게 된다. 본 연구에서는 4개 항목에 대해 각각 3개의 퍼지 변수를 구성하여 최종 5개의 퍼지 변수에 대응하게 하였다.

내륙거리에 대한 멤버십 함수는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 통계자료를 기초로 전문가의 설문 및 면접조사를 이용하였다.

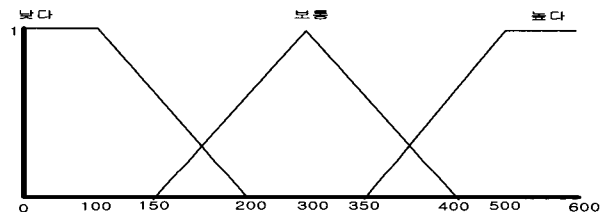


Fig. 3 Membership Function of Distance from Shipper to Port

내륙비용에 대한 멤버십 함수는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 본 연구의 도로수송 코스트 산출자료를 기초로 전문가의 설문 및 면접조사를 이용하였다.

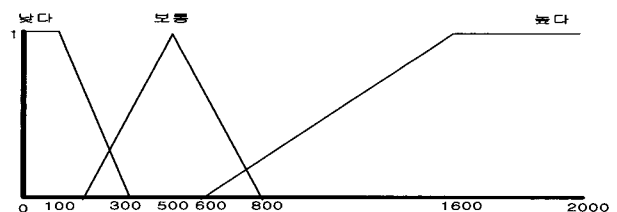


Fig. 4 Membership Function of Transportation Cost from Shipper to Port

항만의 컨테이너 화물량에 대한 멤버십 함수는 Fig. 5에서 보는 바와 같다.

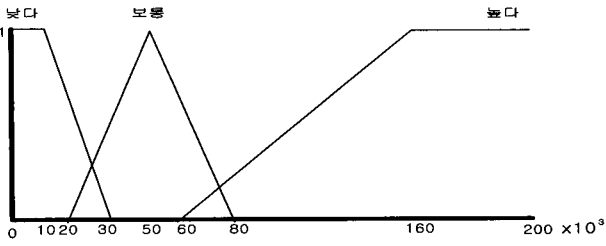


Fig. 5 Membership Function of Container Volumes at Port

항만의 서비스 수준에 대한 멤버십 함수는 Fig. 6에서 보는 바와 같다.

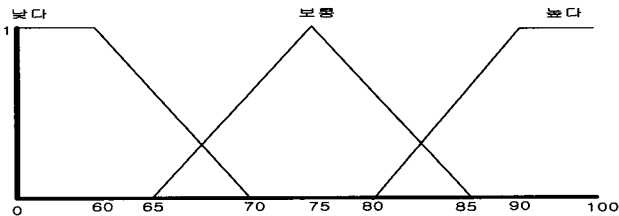


Fig. 6 Membership Function of Service Level at Port

마지막으로, 항만의 선택률에 대한 멤버십 함수는 Fig. 7에서 보는 바와 같다.

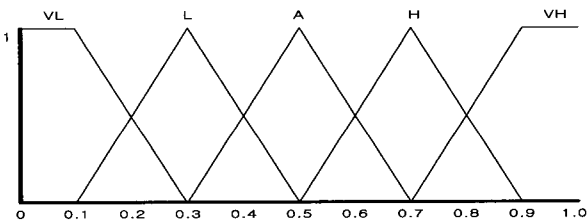


Fig. 7 Membership Function of Port Choice Rate

따라서 위의 평가항목과 멤버십 함수를 이용하여 항만 선택률에 관한 퍼지 Rule을 구성할 수 있다. 항만 선택률의 퍼지 규칙 Rule의 구체적인 예를 들면 다음과 같다.

- R1 : IF X1 is L and X2 is L and X3 is L and X4 is L THEN p is VL
- R2 : IF X1 is L and X2 is L and X3 is L and X4 is M THEN p is VL
- R3 : IF X1 is L and X2 is L and X3 is L and X4 is H THEN p is L

4. 항만선택 모델 분석

4.1 모델의 입력자료

모델의 입력을 위한 기초 자료를 취득하기 위해 2006년 7월 11일부터 7월 23일까지 항만물류관련전문가 50명(교수, 대학원생 각 20명, 해양수산부 담당공무원 10명)을 대상으로 설문 및 면접조사를 병행 실시하였다. 이러한 기초자료를 입력자료

로 하여 퍼지규칙을 추론을 행하고, 뉴럴네트워크의 학습을 통하여 멤버십 함수를 조정하게 된다. 출력으로는 최종 항만 선택률이 0.5이상이면 부산항을 선택하는 것으로 하여 1로 하였다. 한편, 예측의 정확성 비교를 위해 자료는 훈련용 자료 40부와 검증용 자료 10부로 구분하였고, 검증용 자료의 종속변수는 입력하지 않았다. 뉴런의 초기연결강도는 임의의 값을 설정하는데 0.4~0.6사이 값으로 하고, 초기학습범위는 2, 학습률은 0.99로 설정하고 1,000번 반복학습을 수행하였다.

학습이 끝난 후 뉴런의 최종학습범위는 0.013, 최종 학습률은 0.00004로 학습이 비교적 잘 이루어졌으며 예측의 정확성은 훈련용 총 40부의 사례 중 35부의 사례를 정확히 예측하였으며 검증용에서는 총 10부의 사례 중 8부의 사례를 정확히 예측하였다.

4.2 항만선택 모델의 비교 검토

먼저 로짓모델을 사용한 것에 의한 적합지표를 고려할 수 있다. 예를 들면 $P_{Dusan} \geq 0.5$ 이면 부산항을 선택한다고 하면 각 샘플 수에 대한 판별결과를 산출할 수 있다. 또한 전체 샘플 가운데 바르게 판별한 샘플수의 분담을 적합률로 하고, 각 샘플수의 실제선택결과(R_i)와 추정결과의 적합성을 수치적으로 나타낸 추정오차를 ϵ 로 한다. 한편, 추정된 선택률의 분리상태를 나타내는 판별지표 δ 로 하여 전체적인 지표는 식(7)과 같이 정의할 수 있다.

$$r = C/n \tag{7}$$

$$\epsilon = \sum_{i=1}^n |R_i - P_i|$$

$$\delta = \sum_{i=1}^n |P_i - 0.5|$$

여기서 n : 전체 샘플 수, C : 정확히 분류한 샘플 수

Table 5 Accuracy of a Prediction

	적합률(r)	추정오차(ϵ)	판별지표(δ)
로짓모델	0.778	4.902	5.223
퍼지-뉴로 모델	0.860	1.781	6.532

Table 5에서 보는 바와 같이 로짓모형에 의한 분류결과는 적합률(r)=77.8%, 판별지표(δ)=5.223으로 나타났고, 본 퍼지-뉴로 모델의 경우 적합률(r)=86%, 판별지표(δ)=6.532로 뉴로 퍼지에 의한 항만선택 모델이 적합률 및 판별지표가 더욱 향상된 것으로 나타났다. 특히 본 연구의 퍼지-뉴로 모델을 이용할 경우 추정오차(ϵ)=1.781, 로짓모델 추정오차(ϵ)=4.902로 로짓모델보다 추정오차(ϵ)의 정밀도를 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

4.3 정책효과분석

본 연구에서는 모델의 파라메타를 변화시켜 정책효과를 분석하고자 한다.

광양항의 경우에서 퍼지-뉴로 모델에 의한 항만선택의 가중치를 보면 서비스 수준이 66%로 가장 높게 나타나고 있으며, 화물량이 64%, 내륙수송비용이 59%, 내륙수송시간이 41% 순으로 나타나고 있다. 그러나 현재수준에서 광양항이 항만마케팅을 적극적으로 하여 컨테이너 화물을 현재수준 보다 5% 정도 증가되었을 때 전환율은 Table 6과 같다.

Table 6 Port Choice Weight at Kwangyang by Freight Volume Increase

광양항	내륙수송 비용	화물량	내륙수송 시간	서비스 수준	전환율
현재수준	0.59	0.64	0.41	0.66	
화물량증가 (5%)	0.61	0.66	0.43	0.69	9%

Table 6에서 보는 바와 같이 내륙수송비용은 61%, 화물량은 66%, 내륙수송시간은 43%, 서비스 수준은 69%로 비중이 높아지게 되고 그에 따른 전환율도 9%정도로 높아지는 것으로 나타났다.

한편 현재수준에서 광양항이 항만마케팅을 적극적으로 하여 정기선 선사수를 증가시키거나 항만에서의 화물처리 및 내륙통관 등의 항만 화물처리 생산성을 높여 전반적인 항만서비스 수준을 현재수준보다 5%정도 증가 시켰을 때 변화치를 살펴보면 Table 7과 같다.

Table 7 Port Choice Weight at Kwangyang by Service Level Increase

광양항	내륙수송 비용	화물량	내륙수송 시간	서비스 수준	전환율
현재수준	0.59	0.64	0.41	0.66	
서비스향상 (5%)	0.62	0.66	0.43	0.70	11%

Table 7에서 보는 바와 같이 서비스수준이 5% 향상되었을 때 현재수준보다 내륙수송비용은 62%, 화물량은 66%, 내륙수송시간은 43%, 서비스 수준은 70%로 비중이 증가하게 되고 그에 따른 전환율도 11%정도로 높아지는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 퍼지-뉴로 모델을 이용하여 정량적인 자료와 정성적인 자료를 모두 취급할 수 있는 항만선택 모델을 구축하였으며, 기존의 로짓모델과 비교분석하여 본 연구의 퍼지-뉴로 모델의 판별능력이 더 우수함을 검증하였다. 또한 화물량과 서비스 수준의 파라미터를 변화시켜 변화정도에 따른 화

주의 항만선택 전환율을 추정하였다. 그 결과 화물량이 5% 증가함에 따라 광양항으로의 전환율이 9% 향상되는 것으로 나타났다, 서비스 수준이 5% 향상됨에 따라 광양항으로의 전환율은 11% 향상되는 것으로 나타났다.

항만의 선택에 영향을 미치는 것은 화주 뿐만 아니라 선사도 영향을 미치고 있으므로 향후 연구에서는 선사의 경우를 고려할 필요가 있으며, 비용에서도 해상수송비용을 고려한 종합적인 항만선택행동을 분석할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 금중수, 장운재(2006), "퍼지로직을 이용한 연안해역의 통항 위험성 평가", 한국해양환경안전학회지, 제12권1호, pp.53-59.
- [2] 김태원, 김울성, 광규석, 남기찬(2006), "항만경쟁 주체와 항만선택 결정요인간 관련성 분석", 한국항해항만학회지, 제 30권 제3호, pp. 219-226.
- [3] 성영준, 김기봉(1999) "퍼지신경망을 이용한 철근콘크리트 교량의 손상도 평가", 구조물진단학회지, Vol.3, No.4
- [4] 三木 楯彦(1984), "國際物流システム最適化について研究", 京府大學大學院博士學位論文.
- [5] 今井昭夫, 三木楯彦(1988), "船社競合下における最適配船計畫に關する考察", 日本航海學會論文集, 第 7 9 号, pp. 109-116.
- [6] Cullinane, K. and Toy, N.(2000), "Identifying influential Attributes in Freight Route/mode Choice Decision; A Content Analysis", Transportation Research Part E, Vol. 36, pp.41-53.
- [7] Murphy, P. R., Dalenberg, D. R., and Daley, J. M.(1988), "A Contemporary Perspective of International Port Operation", transportation Journal, Vol. 28(2), pp.23-32.
- [8] Murphy, P. R., Dalenberg, D. R., and Daley, J. M.(1989), "Assessing International Port Operations, International Journal of Physical Distribution and Materials Management", Vol.19(9), pp.3-10.
- [9] Murphy, P. R., Daley, J. M., and Dalenberg, D. R.(1992), "Port selection Criteria: An Application of Transportation Research Framework", Logistics and Transportation Review, Vol. 28(2),pp.237-255.
- [10] Slack, B.(1985), "Containerization, Inter-Port Competition and Port Selection", Maritime and Management, Vol. 12(4), pp.293-303.
- [11] Song, D. W. and Yeo, K. T.(2004), "A Competitive Analysis of Chinese Container Port Using Analytic Hierarchy Process", Maritime Economic & Logistics, Vol.6(1), pp.34-52.

- [12] UNCTAD(1992), "Port Marketing and The Challenge of the Third Generation Port", pp.358-361.
- [13] Willingale, M. C.(1981), "The Port Routing of Short Sea Ship operator; Theory and Practice", Maritime Police and Management, Vol.8, pp.109-120.

원고접수일 : 2007년 4월 6일

원고채택일 : 2007년 10월 19일