Journal of Korea Port Economic Association, Vol.26(1), 2010, pp.43~60
한국항만경제학회지 제26집 제1호 (2010. 3)
www.kportea.or.kr

자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정소고*

박노경**

A Brief Clustering Measurement for the Korean Container Terminals Using Neural Network based Self Organizing Maps

Ro-Kyung Park

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 기존연구에 대한 검토
III. 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정소고
1. 자기조직화지도 신경망에 대한 이론적 접근
2. 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너 터미널의 클러스터링 측정소고
IV. 결론

Key Words: Self Organizing Maps, SOM, Clustering, clustering analysis, DEA, Self Organizing Maps

Abstract

The purpose of this paper is to show the clustering measurement way for Korean container terminals by using neural network based SOM(Self Organizing Map).

○ 논문접수: 2010.01.12 ○ 심사완료: 2010.02.25 ○ 게재확정: 2010.03.18

* 본 논문작성을 함에 있어서 부산항의 클러스터에 대해서 유익한 조언을 해 주신 부산항만공사 박호철 마케팅팀장님께 진심으로 감사를 드립니다. 본 논문은 2009년12월21일 한국항만경제학회 동계학술대회에서 발표된 논문을 수정·보완하였음. 유익한 논평을 해 주신 안승범(인천대), 권재현(동서대)교수님들께 감사드립니다. 이 논문은 2009학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음

** 조선대학교 경상대학 무역학과 교수, e-mail: nkpark@chosun.ac.kr, Phone: (062) 230-6821

Inputs[Number of Employee, Quay Length, Container Terminal Area, Number of Gantry Crane], and output[TEU] are used for 3 years(2002,2003, and 2004) for 8 Korean container terminals by applying both DEA and SOM models. Empirical main results are as follows: First, the result of DEA analysis shows the possibility for clustering among the terminals and reference terminals except Gamcheon and Gwangyang terminals because of the locational closeness. Second, the result of neural network based SOM clustering analysis shows the positive clustering in clustering positions 1, 2, 3, 4, and 5. Third, the results between SOM clustering and DEA clustering show the matching ratio about 67%.

The main policy implication based on the findings of this study is that the port policy planner of Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs in Korea should introduce the clustering measurement way for the Korean container terminals using neural network based SOM with DEA models for clustering Korean ports and terminals.

I. 서 론

데이터 마이닝(Data Mining)은 대규모로 저장된 데이터 속에서 체계적이고 자동적으로 통계적 규칙이나 패턴을 찾는 것이다.[1] 다른 말로, 데이터베이스에서 지식을 발견한다는 의미로 KDD(knowledge-discovery in databases)라고도 불린다. 데이터 마이닝의 기법은 통계학쪽에서 발전된 탐색적 자료분석, 가설검정, 다변량분석, 시계열분석, 일반선형모형 등의 방법론과 데이터베이스 쪽에서 발전된 OLAP (On-Line Analytic Processing), 인공지능진영에서 발전된 SOM(Self Organizing Maps, 자기조직화지도, 이하 SOM이라 칭함), Neural Network Expert System 등의 기술적인 방법론이 사용된다.

SOM은 헬싱키 공과대학의 튜보 코호넨(Teuvo Kohonen)에 의해 제안된 인공신경망 방법론으로써 자기조직화 지도라고 불리 운다. 이는 기존의 역전파 네트워크와는 달리 일반적으로 계층적인 시스템이 아니며, 2개의 층으로 구성되어 있다. 즉, 입력층(Input Layer)과 경쟁층(Competitive Layer)인데 2차원의 격자(grid)로 되어 있다. 모든 연결들은 첫 번째 층에서 두 번째 층의 방향으로 되어 있으며, 두 번째 층은 완전 연결되어 있다. 위와 같은 SOM은 네트워크는 구조상 수행이 상당히 빠른 모델이며, 연속적인 학습이 가능한 장점 때문에 시장세분화 또는 그룹별로 군집시키는 문제에 많이 적용되고 있다.[2]

---

1) 이하의 내용은 http://ask.nate.com/qna/view.html?n=5971210에서 인용함.

2) 이건창・정남호, "SOM을 이용한 인터넷 주식거래시장의 시장세분화 전략수립에 관한 연구," 『한국경영과학회지』 제27권 제3호, 2002, pp.78.

클러스터링(clustering)은 데이터를 몇 개의 클러스터로 대응시키는 과정이다.[3] 클러스터링 문제는 고차원을 갖는 n개의 데이터들을 입력으로 하여 유사한 특성을 갖는 k개의 클러스터로 나누는 것을 말한다. 한 클러스터 내의 데이터들은 다른 클러스터링의 데이터들과 비교하여 높은 유사성을 보이지만, 다른 클러스터 내의 데이터들과는 아주 다르다. 데이터들 사이의 유사한 정도를 평가하는 척도로서 유사도는 데이터의 속성 값에 기초한 유클리드 거리에 의해서 계산된다. 클러스터링 알고리즘의 종류는 크게 두 가지로 나누어지는데, 그 하나는 계층 알고리듬이고 나머지는 분할 알고리즘이다. 최근에는 신경망, 퍼지-신경망 등을 이용한 클러스터링 알고리즘이 활발하게 연구되고 있다. 신경망을 이용한 클러스터링 알고리즘은 Kohonen 네트워크, Carpenter와 Grossberg 네트워크 등이 있다. Kohonen 네트워크 알고리즘은 SOM신경망과 LVQ(Learning Vector Quantization)알고리즘이 있으며, 이 알고리즘들은 데이터와 클러스터의 중심값과의 거리를 최소화시키는 학습 알고리즘에 따라 클러스터링 한다는 점에서 c-Means알고리즘과 대응된다. 여기서 클러스터에 대한 정보를 미리 알고 학습과정에서 정보를 반영할 수 있는 감독학습과 달리 자기조직화 신경망은 무감독 학습을 사용하는 신경망의 일종으로 출력노드에 입력데이터의 유사성을 반영하는 특성지도를 스스로 형성한다. 즉, 자기조직화 신경망은 각 각의 입력데이터를 출력노드로 대응할 수 있는 능력을 가진다.

클러스터링을 측정하기 위해서 그동안 이용된 군집화 기법으로는 주성분분석, 군집분석(cluster analysis), 다차원척도법 등을 들 수 있다. 그러나 그동안 사용되어 온 군집분석은 탐색적 수준의 연구에서 많이 사용되고 있으며, 군집분석의 결과는 덴드로그램(dendrogram)의 형태로 나타낼 수 있는데, 시각적으로 효과적이지 못한 단점이 있다.[4]

최근에 중국항만들이 급속하게 성장함에 따라서 한국의 부산, 인천, 광양항을 포함한 기타 국가들의 항만들이 위기감을 느끼고 있다. 따라서 항만들 간의 연계관계를 통하여 경쟁력을 향상시키기 위한 방법을 모색하는 것이 절실한 상황에 처하게 되었다. 그러나 그 동안 항만의 클러스터링을 측정한 국내 연구들의 내용에서 간과되어 온 가장 큰 사실은 첫째, 항만간의 클러스터링을 자료포괄분석(DEA, Data Envelopment Analsyis)에 의한 참조항만과 피참조항만 간의 잠재가격으로만 파악하는 정도에 머무르고 있다는 점이다. 둘째, 자기조직화 신경망 측정방법이 기존의 DEA에 의한 측정결과와 어떠한

3) 이하의 내용은 이종섭・강맹규,"자기조직화 신경망을 이용한 클러스터링 알고리듬," Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol.31, No.3, 2005, pp.257-258에서 전재함. 단, "알고리듬"이란 용어는 알고리즘으로 바꾸었음.

4) 민재형・이영찬, "자기조직화 지도를 이용한 한국 기업의 재무성과 평가,"『한국경영과학회지』제26권 제3호, 2001, pp.4-5.

차이를 갖고 있으며, 셋째, 그러한 측정방법에 의한 실증분석결과가 항만운영관리자들에게 어떤 정책적인 의미를 함의하는지에 대해서는 국내에서는 어떠한 연구에서도 다루지 못했다는 점이다.

따라서 본 논문의 연구 목적은 첫째, 기존의 전통적인 DEA측정방법에 의한 항만 간 지배, 피지배관계 및 참조항만과 피참조항만 간의 관계분석을 통한 클러스터링 측정방법을 확장시키기 위해서 Kohonen(1998)의 방법을 이용하여, 국내컨테이너 터미널의 SOM신경망을 이용한 클러스터링을 측정하고 해석함으로써 정책적인 함의를 제시하고자 하는데 있다. 둘째, DEA기법을 이용하여 개별 터미널들의 효율성을 측정하고, 참조 터미널(벤치마킹 터미널)들을 밝혀내어, 그러한 참조 및 피참조 터미널 사이의 클러스터링과 신경망에 의한 클러스터링포지션과 어느 정도로 일치하는지를 확인하여 DEA기법과 SOM신경망기법과의 상호보완관계를 밝혀내고자 한다.

본 논문의 연구범위는, 국내와 외국에서 선행된 항만분야의 클러스터링분석과 관련된 선행연구들을 간략하게 검토한다. 또한 국내 컨테이너터미널 8곳의 3년간(2002년, 2003년, 2004년)자료를 이용하고, 4개의 투입물[종업원수(명), 부두길이(m), 부지면적(평방m), 갠트리크레인 대수(대)])과 1개의 산출물[년간 컨테이너 처리실적(TEU)]을 이용하여 SOM신경망을 이용한 클러스터링을 측정방법을 보여주는 한편, DEA기법을 이용한 참조터미널들과의 클러스터링 포지션의 일치여부를 확인하여 양 기법의 상호보완관계를 확인하는 것으로 한정한다.

본 논문의 구성은 I 장의 서론에 이어서 II장에서는 SOM신경망을 이용한 클러스터링과 관련된 기존연구들을 간략하게 검토하며, III장에서는 SOM신경망모형을 제시함과 함께, 그러한 모형을 통해서 국내항만의 클러스터링을 측정하는 방법을 8개의 국내컨테이너터미널들을 대상으로 적용하여 그 과정과 측정결과 나타난 결과를 보여 주며, 어떤 터미널끼리 클러스터링이 되었는지와 현실적으로 그러한 클러스터링이 바람직한 것인지를 검증한다. 또한 DEA기법에 의한 참조 및 피참조 터미널들 간의 클러스터링과 SOM신경망모형에 의한 클러스터링의 측정결과와의 일치여부를 확인한다. IV장에서는 요약과 함께 결론이 제시된다.

II. 기존연구에 대한 검토

1. SOM과 관련된 국내 기존연구에 대한 간략한 검토

항만분야가 아닌 일반분야에서 클러스터링을 SOM기법으로 측정한 국내연구로는 민

재형・이영찬(2000)[1998년, 1999년, 2000년 상반기까지의 국내 제조업체 재무구조 분석 사례에 자기조직화 신경망을 적용하여 재무적 경쟁우위에 따른 기업들의 군집화 모형으로서의 가능성을 제시하였다], 이종섭・강맹규(2005)[IRIS데이터와 TSPLIB데이터를 이용하여 클러스터링알고리즘을 실험하였다. 그 결과 이제까지 알려진 기존의 무감독학습을 이용한 클러스터링 알고리즘이 11-17개의 오 분류를 생성하는데 비해서 4개의 오분류를 생성함으로써 더 좋은 해를 구하였다. 또한 TSPLIB 데이터의 이동경로를 발견하였는데, 모두 근사 최적 해를 구하였다], 이종섭・강맹규(2006)[IRIS데이터와 기계-부품 행렬을 가지고 실험하였다. 그 결과 이제까지 알려진 기존의 무감독학습을 이용한 클러스터링 알고리즘이 15-17개의 오 분류를 생성하는데 비해 6개의 오분류를 생성함으로써 좋은 해를 구하였다. 기계-부품 행렬을 이용하여 기계그룹을 형성한 결과 모두 최적의 해를 구하였다], 이건창・정남호(2002)[인터넷 주식거래에 영향을 미치는 주요 속성을 도출한다. 또한 그러한 속성을 바탕으로 인공신경망 기법의 일종인 SOM을 이용하여 시장을 세분화하였으며, 시장차별화전략을 제시하였다] , 민재형・이영찬(2006)[다차원적이고 방대한 재무자료를 이용한 경쟁적 벤치마킹에 있어 SOM을 활용하여 기업의 재무 경쟁력을 파악하고 재무구조의 특징에 따라 기업들을 분류함으로써 차별적 군집화 모형으로서의 SOM신경망의 활용 가능성을 제시하였다. 국내 100개 상장기업의 재무자료를 이용하여 1998년, 1999년, 2000년 상반기 각각에 때하여 개별기업의 재무경쟁력을 파악하였다. 그리고 유사한 재무적 특성을 갖는 기업들을 시각적으로 군집화 함으로써 개별 기업군이 보이는 재무구조의 상대적인 강점과 약점을 쉽게 파악하였다], 최형준・김주학・고병구(2007)[스포츠종목들을 SOM을 이용하여 군집화 시켰다. 군집의 비교결과 바이애슬론, 도약, 스케이트, 트라이슬론, 역도, 레슬링 등의 종목에서 군집종속을 보였다. 결론적으로 SOM의 군집알고리즘은 체육 분야에서 군집이 요구되는 향후 연구에 시각화 기능과 함께 적용될 수 있는 가능성을 확인하였다]에 의해서 행해졌다.

2. 항만관련 클러스터링에 관한 기존연구에 대한 간략한 검토

항만의 클러스터와 관련된 국내연구는 다음과 같다. 고용기・여택동・주수현・김새로나(2004)는 클러스터에 관한 선행연구의 체계적인 이론적 고찰을 통하여 항만클러스터 구축에 필요한 결정요인 및 핵심요소로 지리적 메카니즘과 네트워크 메커니즘을 제시하였고, 부산, 인천항을 대상으로 이러한 클러스터 결정요인이 클러스터 구축효과인 혁신창출에 영향을 미치는가를 실증 분석하였다. 한철환(2002)는 국내항만의 경쟁력제고를 위해서 선진국에서 새로운 산업정책 및 지역개발정책의 주요 정책수단으로 부상하고 있는 클러스터 개념을 항만산업에 도입하는 방안을 검토하였다. 박영태(2005)는 부산항 항만클러스터 구축전략을 설명하면서, 클러스터의 정의, 접근방식, 유형 및 유형별

구성주체, 필요성을 제시하였다. 구축전략으로는 핵심섹터 설정, 주요 연관산업 설정, 항만클러스터 지역설정, 항만클러스터 구성요인 확정, 클러스터 구성원간 네트워킹 강화를 제시하였다. 주수현・김종욱・이동철(2009)는 지역통계를 기반으로 클러스터분석을 실시하기 위해서 부산지역 산업연관표를 바탕으로 요인분석에 의한 전국과 부산의 항만물류산업을 대상으로 클러스터 분석을 실시하였다.

컨테이너항만 또는 터미널에 대한 클러스터링를 측정한 국외 기존연구를 살펴보면 다음과 같다. Sharma and Yu(2009)는 세계의 70개의 컨테이너 터미널을 대상으로 하여 첫째, DEA효율성을 측정한 후에 순위를 정하고, 둘째, 한편으로는 SOM을 이용하여 클러스터링을 측정한 후에 첫째와 두 번째에서 밝혀진 결과를 근거로 하여 참조집단을 결정하고, 그것에 의거하여 개선방안을 마련하는 방법을 보여 주었다. 4.75%에서 100%의 효율성 수치는 갖는 13개의 터미널들은 효율적이었다. 또한 4.75%이하의 효율성 수치를 갖는 터미널들은 100%까지 효율성을 증대시키지 못함을 밝혀내었다. Po, Guh, and Yang(2009)는 DEA에 근거한 클러스터링접근(DEA-based Clustering Approach)과 거리에 근거한 클러스터링접근(Distance-defined Clustering Approach)을 도입하여 시뮬레이션으로 그 결과를 보여주었다. 핵심적인 결과는 DEA에 근거한 클러스터링 접근방법이 투입물-산출물, 원인과 효과관계를 밝히는데 있어서 더 유용함을 밝혀내었다. Valentine and Gray(2002)는 항만의 소유권이 국영인지, 민영인지와 DEA효율성 수치를 이용하여 클러스터 분석을 한 후에 각 클러스터에 속한 항만들의 평균효율성을 수치를 구하였으며, 소유권과 효율성과 차이가 있는지를 분석하였다.

3. 본 논문의 차별성

본 논문은 기존의 클러스터분석에서는 전혀 시도하지 못했던 SOM신경망에 의한 클러스터분석을 심도 있게 시도하지는 못하였으나 항만분야에서는 처음으로 시도를 하고 있으며, 또한 부분적으로 Sharma and Yu(2009)가 이용[Tier방법에 의한 DEA효율성 수치로 랭킹을 정하고, SOM방법으로 참조집단세트를 결정하여 클러스터링을 함으로써 해당 컨테이너터미널들이 효율성을 개선시켜가는 과정을 보여주는 방법을 제안하였음]하였던 DEA분석에 의하여 도출된 참조-피참조 터미널들에 의한 클러스터분석을 시도하고 SOM신경망 클러스터방법과 상호보완관계를 파악하려고 시도함으로써 국내기존연구에서는 전혀 다루지 못했던 부분을 부분적으로 확장시키고 있다.

III. 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정방법

1. 자기조직화지도 신경망에 대한 이론적 접근

1) 자기조직화지도 신경망에 대한 개념[5)]

인공신경망은 처리단위인 뉴런(neuron)의 전이함수(transfer function)와 신경망의 구조를 나타내는 층(layer)의 수, 그리고 처리단위간의 연결 상태 및 연결강도를 주어진 문제 해결을 위해 적절하게 조정하는 학습규칙에 따라 지도학습(supervised learning)과 자율학습(unsupervised learning) 방법으로 구분된다. 지도학습은 입력 값에 따른 바람직한 출력 값을 신경망에게 알려주고 이를 학습시키는 것인 반면, 자율학습은 신경망을 학습시키는데 바람직한 출력값이 필요 없거나 사전에 알 수 없을 경우 사용하는 방법이다. 따라서 자율학습에서 신경망은 주어진 입력자료 간의 유사성을 찾아 이를 군집화 출력 결과로 보여준다.

자율학습에 기초한 신경망 모형 중 가장 많이 활용되는 모형은 Kohonen네트워크로서 이는 일반적으로 입력 층과 출력 층, 두 개의 층으로 구성되어 있다. 입력 층 뉴런은 각 출력층 뉴런에 입력 패턴을 배열시키는데, 유사한 패턴을 가진 입력 층 뉴런은 동일한 출력 층 뉴런으로 배열된다. 자율학습 동안 입력패턴과 가장 유사한 연결강도(weight)를 갖는 출력층 뉴런 j가 위너(winner)뉴런이 된다. 그리고 위너 뉴런 j를 중심으로 반경(radius) r을 설정하면 이 범위 내의 모든 뉴런들은 출력 층에서 유사한 연결강도를 갖는 입력패턴의 하위집합이 되고, 이 집합이 입력공간의 지도를 형성하게 되는데, 이것이 바로 자기조직화 지도(SOM)이다.

Kohonen이 제시한 SOM은 출력 층 뉴런을 1차원으로 배열하는 방법과 2차원으로 배열하는 방법으로 구분되는데, 일반적으로 2차원배열이 사용된다. 또한 2차원배열에는 사각형배열과 육각형배열의 두가지 형태가 있다. 이러한 출력 층 뉴런의 배열형태는 SOM의 성능에도 영향을 미친다. 사각형 배열에서는 각 뉴런이 4개의 이웃 뉴런과 연결되어 있다. 여기서 반경이 0이면 하나의 뉴런만을 포함하는 사각형이 되며, 반경이 1이면 이웃하는 하나의 뉴런을 포함하는 사각형 범위가 된다. 반면, 육각형 배열은 모든 뉴런이 6개의 이웃 뉴런과 연결되어 있으며, 반경의 적용 시 육각형 형태로 반경이 조정된다. 실제 분석과정에서는 사각형 배열보다는 육각형 배열이 자주 사용된다.

위와 같이 SOM은 자율학습 방법을 이용하여 학습되며, 자율학습 동안 신경망은 바람직한 출력결과를 전혀 모르는 상태에서 학습이 진행된다. 학습 프로세스는 출력 뉴런

5) 민재형・이영찬(2001), 전게논문, pp.3-4에서 전재함.

간의 경쟁으로 특징지어 지는데, 이는 무작위적인 순서로 신경망에 입력패턴이 하나씩 들어오면, 출력 뉴런은 각각의 모든 패턴에 대해 경쟁하여 입력벡터와 가장 유사한 연결강도를 갖는 출력 뉴런이 위너 뉴런이 된다. 유사한 측정에는 주로 유클리드 거리의 제곱을 사용하며, 규정된 반복 횟수만큼 학습이 진행되면 반경 r과 학습률(learning rate) α를 감소시킨 후 다음 학습 과정을 반복하게 된다.

이러한 SOM의 학습 알고리즘을 기술하면 다음과 같다.[6)]

절차 1: 연결강도를 초기화 한다. 학습율과 이웃의 범위를 정한다.

절차 2: 입력 층에 하나의 입력데이터를 입력한다.

절차 3: 입력데이터와 연결강도 사이의 거리를 계산한다.

절차 4: 하나의 승자노드를 결정한다.

절차 5: 학습규칙에 따라 연결강도를 조절되기 전과 조절된 후의 연결강도에 따라서 조절한다.

절차 6: 이웃범위와 학습율을 감소시키면 이웃범위가 승자노드 자신이 될 때까지 절차2에서 절차 5까지 반복한다.

2) 자기조직화지도 신경망과 전통적 군집화 기법간의 비교[7)]

SOM과 유사한 군집화 기법으로는 주성분 분석, 군집분석, 다차원 척도법을 들 수 있다. 우선 주성분 분석은 관련성이 있는 변수들의 복잡한 관계를 단순화하고 이를 변환시켜 새로운 변수를 유도해 내는 방법으로 이때 유도된 새로운 변수를 주성분이라고 한다. 주성분분석에서는 유도된 주성분의 평균값을 이용하여 지각도를 작성하고, 주성분 대상(연구대상 기업)들의 상대적 위치를 평가할 수 있는데, 이러한 특성을 이용하면, 재무 경쟁력에 따라 기업들을 군집화 할 수 있다. 그러나 유도된 주성분이 여러 개이고, 작성하고자 하는 지각도는 이차원일 경우 첫 번째와 두 번째 주성분을 제외한 나머지 주성분은 버려야 하기 때문에 이에 따른 정보손실을 감수해야 하는 단점이 있다.

군집분석은 연구 대상들이 가지고 있는 다양한 특성의 유사성을 바탕으로 연구 대상들을 동질적인 집단(cluster)으로 묶어주는 방법으로 연구 대상들을 몇 개의 동질적인 집단으로 묶어 구분함으로써 동일 집단 내에 속해 있는 연구 대상들의 공통된 특성을 조사하기 위해 사용된다. 주로 탐색적인 수준의 연구에서 사용된다. 또한 덴드로그램(dendrogram)형태의 군집분석결과는 시각적으로 효과적이지 못하다.

다차원척도법은 연구 대상들을 일정한 평가기준에 의거하여 지각도상에 나타낼 수 있는 방법으로 다차원 척도법의 군집화 결과는 SOM이 제공하는 최종결과와 매우 유

6) 이종섭・강맹규(2005), 전게논문, p.44. 수식과 관련된 자세한 내용은 본 논문의 해당 페이지의 내용을 참조하시기 바람.

7) 민재형・이영찬(2001), 전게논문, pp.4-5에서 축약하여 전재함.

사하다. 그러나 다착원척도법은 자료에 극단 값이 존재할 경우 나머지 군집간의 경계가 지나치게 가까워져 지도상에서 의미 있는 시각적 정보를 상실할 가능성이 매우 높은 단점을 가지고 있다.

2. 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정

1) 분석대상, 대상기간, 투입-산출요소, 대상 항만 수

분석대상은 국내 컨테이너터미널 8개를 대상으로 하였으며, 대상연도는 3년(2002년, 2003년, 2004년[8])으로 하였다. 왜냐하면 본 논문은 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너 터미널의 클러스터링을 측정하는 방법을 주로 보여 주며, 또한 DEA기법에 의한 참조-피참조 터미널들을 중심으로한 클러스터링방법이 상호 일치하는지를 측정하는 것으로 연구의 범위를 한정하였기 때문이다. 실증분석은 투입지향 DEA모형으로 측정하였다. 각 변수의 단위는 다음과 같다. 투입요소는 종업원 수(명), 부두길이(m), 컨테이너야드 면적(평방m), 갠트리크레인 대수(대)로 하였으며, 산출요소는 연간 컨테이너 처리실적(TEU)으로 하였다. 그러나 여기에서 유념해야만 하는 사항은 다음과 같다. 즉, 인공신경망을 활용한 자기조직화지도는 학습규칙에 따라 지도학습과 자율학습모형으로 구분된다. 그리고 최종적인 군집형성을 의미하는 출력 층은 배열방법에 따라 사각형 배열과 육각형배열로 구분된다. 이와 같은 출력 층을 만들어 내기 위해서는 학습시뮬레이션 과정의 엄정성이 요구되며, 일반적으로 학습기간, 학습율, 그리고 군집반경 등의 자기조직화지도 형성에 대한 매개변수의 조작화가 필수적이다. 무엇보다도 학습을 위한 입력변수의 선정이 가장 중요하다. 그럼에도 불구하고 본 논문에서는 컨테이너터미널의 부분요소 생산성의 상대적 평가를 수행하는 연구모형인 DEA에서 사용하였던 입력변수를 활용하였다. 이는 터미널 클러스터 구분에 심대한 영향을 미치게 된다. 국가경쟁력에 대한 다이아몬드모델을 제시한 Porter에 따르면 입지우위, 지원산업과 연관산업, 기업전략과 경쟁여건, 그리고 수요조건에 대한 분석이 필요함을 강조하고 있다. 그러므로 컨테이너터미널의 단순한 부분요소 생산성의 상대적 비교를 위한 지표들이 클러스터링을 위한 기본적인 구성요인이 되기보다는 기존의 연구문헌에서 제시되어 온 항만클러스터 결정요인을 활용하여 자기조직화지도를 형성하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 예를 들면, 지리적 접근(geographical approach)방법으로 배후부지, 동일물동량, 동일물류네트워크 이용, 배후산업과 권역, 산업적 측면(industrial aspect)에서 연관산업, 생산, 제품, 소비(origin port/end port) 등이다.

8) 환경의 급변성을 고려해 보았을 때, 최근의 다년도를 분석하는 것이 기술적으로나 규명적인 측면에서 타당한 결론을 도출해 내는데 적합할 것으로 판단됨. 그러나 컨테이너터미널들의 관련 자료를 구하는 것이 어려워서 류동근(2005,p.28)의 자료를 이용하였음.

<표 1> DEA와 자기조직화 신경망을 이용한 클러스터링 분석에 사용된 원 자료

투입-산출변수 / 컨테이너터미널	종업원수 (명)	부두길이 (m)	컨테이너 야드면적 (평방미터)	갠트리크레인대수 (대)	TEUs
1. 허치슨2004	759	1474	647	13	1820628
2. 신선대2004	672	1200	1039	12	1982306
3. 감만2004	674	1400	731	14	2716088
4. 신감만2004	332	826	308	7	972786
5. 우암2004	225	500	184	5	548021
6. 감천2004	186	600	148	4	547766
7. 광양페이즈 1 (2004)	428	1400	840	9	1019007
8. 광양페이즈 2 (2004)	240	1150	533	6	296564
9. 허치슨2003	747	1447	647	12	1584429
10. 신선대2003	690	1200	1039	11	1786112
11. 감만 2003	706	1400	731	14	2546391
12. 신감만2003	324	826	308	7	745544
13. 우암2003	210	500	184	4	533286
14. 감천2003	186	600	148	4	512240
15. 광양페이즈 1 (2003)	428	1400	840	9	1003139
16.광양페이즈 2 (2003)	240	1150	533	6	181703
17.허치슨 2002	648	1447	647	14	1534586
18. 신선대2002	661	1200	1039	11	1528285
19. 감만 2002	706	1400	731	12	2261484
20. 신감만2002	324	826	308	7	481182
21. 우암2002	210	500	184	4	502450
22. 감천2002	186	600	148	4	505959
23.광양페이즈 1 (2002)	428	1400	840	8	1003169
24.광양페이즈 2 (2002)	240	1150	533	6	77173

자료: 한국컨테이너부두공단(http://www.kca.or.kr) 및 류동근(2005,p.28)에서 수집함

2) DEA(투입지향, 규모수확불변)모형에 의한 효율성 측정[9]

<표 2>에는 정상 DEA(투입지향 CCR)모형에 의한 국내항만 24개의 컨테이너터미널에 대한 효율성을 측정한 결과를 보여 주고 있다.

<표 2>에서 보면 CCR 모형의 효율성 수치를 보면 감만2004, 감천2004, 우암2003, 감천2003, 우암2002 터미널들이 효율성이 1인 효율적인 터미널들로 나타났다. 그러나 효율성 수치가 모두 1이어서 순위를 정할 수 없어서 수퍼 효율성 측정방법[10]을 통하여

9) 박노경(2007), pp.27-28.

효율성수치를 구하였더니, 감만2004(1.1948), 감천2004(1.0771), 우암2003(1.0461), 감천2003(1.0165), 우암2002(1.0028)로 나타났다. 규모효율성은 허치슨2004, 감만2003 터미널들이 체감하고 있다. 투입물여유분과 산출물여유분이 효율적인 터미널을 측정한 후에도 개별터미널에 따라서 비효율적인 요인이 여전히 남아 있음을 알 수 있다.

<표 2> DEA분석에 의한 효율성 측정결과

터미널 \ 구분	CCR효율성 수치(순위)	참조항만 및 잠재가격	규모 효율성
1. 허치슨2004	0.7681(14)	3.0.570, 6.0.333, 13.0.167	체감
2. 신선대2004	0.9289(10)	3.0.700, 13.0.268,	체증
3. 감만2004	1.0(1)	3.1.0	불변
4. 신감만2004	0.9068(11)	3.0.241, 6.0.161, 13.0.430	체증
5. 우암2004	0.9935(6)	3.0.019, 6.0.057, 13.0.872	체증
6. 감천2004	1.0(1)	6.1.0	불변
7. 광양페이즈 1 (2004)	0.6463(19)	3.0.327, 13.0.267	체증
8. 광양페이즈 2 (2004)	0.5325(21)	3.0.118, 13.0.230	체증
9. 허치슨2003	0.7294(17)	3.0.491, 13.0.468	체증
10. 신선대2003	0.8661(13)	3.0.607, 13.0.256	체증
11. 감만 2003	0.9542(8)	3.0.917, 13.0.104	체감
12. 신감만2003	0.7200(18)	3.0.170, 6.0.008, 13.0.522	체증
13. 우암2003	1.0(1)	13.1.0	불변
14. 감천2003	1.0(1)	14.1.0	불변
15. 광양페이즈 1 (2003)	0.7503(15)	3.0.434, 13.0.135	체증
16.광양페이즈 2 (2003)	0.2686(23)	3.0.018, 13.0.249	체증
17.허치슨 2002	0.6457(20)	3.0.468, 6.0.372, 13.0.112	체증
18. 신선대2002	0.7419(16)	3.0.518, 13.0.227	체증
19. 감만 2002	0.9931(7)	3.0.792, 13.0.208	체증
20. 신감만2002	0.4725(22)	3.0.088, 6.0.060, 13.0.395	체증
21. 우암2002	1.0(1)	21.1.0	불변
22. 감천2002	0.9383(9)	6.0.713, 14.0.225	체증
23.광양페이즈 1 (2002)	0.8988(12)	3.0.418, 13.0.333	체증
24.광양페이즈 2 (2002)	0.1732(24)	13.0.198,	체증

자료: 박노경(2007), p.28

10) 이 방법은 효율적인 프론티어로 평가된 DMU를 제거하고 효율성을 평가해 가는 방법으로 제거된 DMU의 효율성은 다음 단계에서는 효율성 수치가 더욱 커지는 수퍼효율성을 나타낸다. 따라서 효율성이 1인 DMU들의 순위를 밝혀 낼 수 있는 방법이다. 자세한 설명은 박노경(2003-a), pp.278-284를 참조요망.

<표 3> 자기조직화지도 신경망에 의한 클러스터링포지션과 DEA참조항만

터미널 \ 구분	참조터미널	클러스터링포지션
1. 허치슨2004	3. 감만2004, 6.감천2004, 13.우암2003	4
2. 신선대2004	3. 감만2004, 13. 우암2003	4
3. 감만2004	3. 감만2004	1
4. 신감만2004	3. 감만2004, 6. 감천2004, 13. 우암2003	5
5. 우암2004	3. 감만2004, 6. 감천2004, 13. 우암2003	5
6. 감천2004	6. 감천2004	5
7. 광양페이즈 1 (2004)	3. 감만2004, 13. 우암2003	5
8. 광양페이즈 2 (2004)	3. 감만2004, 13. 우암2003	5
9. 허치슨2003	3. 감만2004, 13. 우암2003	4
10. 신선대2003	3. 감만2004, 13. 우암2003	4
11. 감만 2003	3. 감만2004, 13. 우암2003	2
12. 신감만2003	3. 감만2004, 6. 감천2004, 13. 우암2003	5
13. 우암2003	13. 우암2003	5
14. 감천2003	14. 감천2003	5
15. 광양페이즈 1 (2003)	3. 감만2004, 13. 우암2003	5
16.광양페이즈 2 (2003)	3. 감만2004, 13. 우암2003	5
17.허치슨 2002	3. 감만2004, 6. 감천2004, 13. 우암2003	4
18. 신선대2002	3. 감만2004, 13. 우암2003	4
19. 감만 2002	3. 감만2004, 13. 우암2003	3
20. 신감만2002	3. 감만2004, 6. 감천2004, 13. 우암2003	5
21. 우암2002	21. 우암2002	5
22. 감천2002	6. 감천2004, 14. 감천2003	5
23.광양페이즈 1 (2002)	3. 감만2004, 13. 우암2003	5
24.광양페이즈 2 (2002)	13. 우암2003	5

3) 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정결과

본 논문에서는 SOM신경망에 의한 클러스터링을 Excel을 이용하여 측정하였다.[11] 측정결과에는 클러스터 크기, 격자에서의 클러스터위치, 클러스터 평균, 클러스터 분산,

11) 일반적으로 자기조직화지도 모형을 통하여 클러스터링을 수행 할 때, Self-Organizing Map Program Package 또는 Nennet이 활용되고 있다. 이는 2D U-Matrix를 통하여 횡단면적 군집결과와 종단면적 군집의 변화를 시각적으로 확인할 수 있기 때문이다. 그러나 본 논문에서는 Excel을 활용하여 시각적 증거자료를 확인하기 어려운 한계점을 갖고 있다. 본 논문의 분석에 사용된 패케이지는 Angshuman Saha 교수가 만든 NNClust(Neural Network based Clustering: Clustering using Self Organizing Maps)를 이용하였다. 본 패케이지는 Excel을 통해서 신경망 SOM클러스터링을 간단하게 보여 줄 수 있다는 장점이 있지만, Map에서의 뉴런 숫자(동일, 또는 다른)에 따라서 동일 자료에 대한 클러스터링 결과가 달라지는 단점도 함께 보이고 있다. 따라서 측정대상이 50개를 넘는 경우의 심도 있는 연구를 위해서는 일반적으로 사용되는 SOM 패케이지의 사용을 권고한다.

승자뉴런에 대한 표, 뉴런가중치에 대한 표, 각 컨테이너터미널의 클러스터링에 대한 위치를 표시해 주는 그림 등등이 있지만, 여기서는 생략하기로 하고, 클러스터링의 결과만을 제시하기로 한다.

DEA분석결과를 보여주고 있는 <표 3>의 첫 번째와 두 번째 컬럼의 결과를 보면, 각 터미널의 참조터미널들이 감천터미널을 제외하고 지리적으로 근접지역에 위치하고 있는 것으로 나타나서 클러스터링을 할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 광양터미널들은 지리적으로 멀지만, 감만, 우암터미널들과 클러스터를 구축할 수 있는 것으로 나타났다. <표 3>에서 확인할 수 있는 또 한 가지 사항은 다음과 같다. 즉, 참조터미널 중에서 감만2004를 제외한 경우, 클러스터링 포지션이 4번, 2번, 3번인 항만을 제외하면, 24개 터미널 중에서 16개 터미널의 클러스터링이 일치하여 DEA효율성 측정에 의한 참조터미널과 피참조터미널 사이의 클러스터링과 자기조직화지도 신경망에 의한 클러스터링 포지션이 약 67%수준에서 일치하는 것으로 나타났다.

<표 4> 자기조직화지도 신경망에 의한 클러스터링의 위치

클러스터 1	감만2004 (평균효율성 수치:1.0)	클러스터 2	감만2003 (평균효율성 수치:0.9542)	클러스터 3	감만2002 (평균효율성 수치:0.9931)
클러스터 4	허치슨2004 신선대2004 허치슨2003 신선대2003 허치슨2002 신선대2002 (평균효율성 수치:0.780)	클러스터 5	신감만2004 우암2004 감천2004 광양페이즈 1 2004 광양페이즈 2 2004 신감만2003 우암2003 감천2003 광양페이즈 1 2003 광양페이즈 2 2003 신감만 2002 우암 2002 감천 2002 광양페이즈 1 2002 광양페이즈 2 2002 (평균효율성수치: 0.723)	클러스터 6	해당터미널 없음

4) 자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정결과가 갖는 의미 및 정책적인 시사점[12)]

<표 4>에서 제시한 5개의 클러스터로 나누어진 국내 컨테이너터미널들의 클러스터분석결과는 다음과 같은 의미를 갖는다.

첫째, 클러스터 1, 클러스터 2, 클러스터 3에 위치하고 있는 감만의 경우는 부산항에서 가장 많은 화물을 처리하는 터미널로서 그 타당성을 인정할 수 있다.

둘째, 클러스터 4에 위치하고 있는 허치슨(자성대)터미널(운영사: 허치슨)과 신선대터미널(운영사: 대한통운)은 지리적으로 멀리 떨어져 있어서 클러스터링을 하기에는 부적합한 상황이지만, 두 터미널 모두 단일 운영 사에 의해서 운영되고 있는 공통점을 가지고 있다. 그러나 자성대는 외국자본이, 신선대는 토종 국내자본에 의해서 운영되고 있으므로 클러스터링을 하기에는 어려운 부분이 존재하고 있다.

셋째, 클러스터 5에 위치하고 있는 15개의 터미널들을 살펴보면, 지리적으로 가까운 우암, 신감만은 클러스터링을 할 수 있으며, 또한 지리적으로 멀리 떨어진 광양항과도 클러스터링을 할 수 있는 것으로 나타났다.

넷째, 그러나 <표 4>에서 보면, 클러스터 내 개체 수가 1개(감만 2004, 감만 2003, 감만 2002)인 의미 없는 클러스터들이 나타나기 때문에 최적화된 클러스터라고 보기는 어렵다.

본 논문의 정책적인 시사점은 다음과 같다.

첫째, 클러스터링은 지리적인 측면에서 근접한 터미널 사이에 이루어지는 것이 시너지를 이끌어 낼 수 있다. 또한 선사가 터미널운영사가 되는 가장 바람직하며, 경쟁력을 증대시킬 수 있다. 따라서 북항에 속한 자성대, 우암, 신감만, 감만 터미널은 터미널운영을 통합하는 것이 필요하다. 즉, 부두운영사의 숫자를 줄여나가는 정책을 강제적으로 입안하여 시행하는 것이 가장 시급한 문제이다.

둘째, 부산 신항의 최대강점은 한진해운, 현대상선 등의 선사가 터미널운영을 책임지고 있다는 점이다. 따라서 정책입안자는 부산 신항과 부산 북항이 서로 경쟁적으로 발전하도록 하기 위해서는 부산 신항의 시스템을 부산 북항의 터미널에도 도입해야만 한다.

셋째, 부산 북항에 위치한 터미널들의 최대약점은 터미널마다 부두운영사가 서로 달라서 화주들에게 원 스톱서비스를 제공하지 못하고 있다는 점이다. 즉, 연간 물동양의 44%가 환적화물임을 감안해 보았을 때, 북항의 컨테이너 터미널들은 향후 신항과의 화

12) 본 분석에서 나타난 클러스터링 결과를 보면, 측정대상 터미널이 24개인 패널자료를 사용한 관계로 감만2004,2003,2002가 각기 다른 클러스터에 위치하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 정책적 함의와 관련되어 연구의 타당성에 문제점을 내포하고 있을 수 있다. 심도있는 분석이 필요하다고 할 수 있다.

물수주경쟁에서 성공하기 위해서는 반드시 클러스터링을 하는 정책을 도입해야만 한다.

넷째, 컨테이너 터미널의 운영관리자들은 터미널 끼리 클러스터링을 하는 경우에 있어서 DEA기법에 의해서 참조터미널을 적출하는 방법에 자기조직화지도 신경망에 의한 클러스터링 기법을 함께 사용하는 방안도 활용해야만 한다.

IV. 결 론

Porter의 클러스터 개념의 핵심은 특정 국가들이 특정 산업에서 성공하게 되는 원인이 무엇인가에 따라서[13] 첫째, 특정 지역이나 국가는 비교우위의 강화를 통해 국가 및 세계시장을 대상으로 경쟁우위에 있는 제품에 특화하여 대량생산을 통해 전문화하게 됨. 둘째, 점차 강한 교역관계에 있는 산업들이 동일 장소나 인접장소에 입지하면서 생산요소 공유하고 그 이익을 향유하는 산업 클러스터와 산업지구의 조건을 새롭게 형성. 셋째, 이러한 산업간 근접성은 지식과 기술의 교환을 촉진시키고, 가치사슬을 공유하는 산업간 근접입지는 지역 및 국가 경쟁력 우위의 원천으로 작용한다. 다음으로 클러스터에 속한 주체들 간의 관계를 기준으로 보면 클러스터는 혁신노력(innovation efforts)에 기초한 클러스터와 생산연쇄(production linkage)에 기초한 클러스터로 구분할 수 있다. 혁신노력에 기초한 클러스터는 기술혁신의 확산과정에서 상호 협력하는 기업이나 부문간의 클러스터를 의미하며, 생산연쇄에 기초한 클러스터는 생산 및 부가가치사슬을 형성하는 기업이나 부문 간의 클러스터를 의미한다.

논문에서는, 국내와 외국에서 선행된 클러스터분석, 또는 SOM을 이용한 클러스터링 분석과 관련된 선행연구들을 간략하게 검토하였으며, 또한 국내 컨테이너터미널 8곳의 3년간(2002년, 2003년, 2004년)자료를 이용하고, 4개의 투입물[종업원 수(명), 부두길이(m), 부지면적(평방m), 갠트리크레인 대수(대)])과 1개의 산출물[연간 컨테이너 처리실적(TEU)]을 이용하여 DEA측정과 SOM신경망을 이용한 클러스터링을 실증 분석하는 방법을 보여주었으며, 그 현실적인 의미와 정책적인 시사점을 제시하였다.

주요한 실증분석 결과는 다음과 같다.

첫째, DEA분석결과에 의하면, 각 터미널의 참조터미널들이 감천터미널을 제외하고 지리적으로 근접지역에 위치하고 있는 것으로 나타나서 클러스터형성이 가능하며, 시너지 효과도 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 광양터미널들은 지리적으로 멀지만, 감만, 우암터미널들과 클러스터를 구축할 수 있는 것으로 나타났다.

둘째, SOM신경망을 이용한 클러스터링분석결과를 보면, 클러스터 1, 클러스터 2, 클러스터 3에 위치함 감만 터미널, 클러스터 4에 위치하고 있는 허치슨터미널과 신선대터

13) 이하의 내용은 http://blog.daum.net/cjh2style/24051에서 인용함

미널, 클러스터 5에 위치한 15개의 터미널들이 나름대로 클러스터링에 대한 의미를 가지고 있는 것으로 추정되었다.

셋째, <표 3>에서 제시한 자기조직화지도 신경망에 의한 클러스터링포지션과 DEA차조항만들의 클러스터링포지션을 비교한 결과 24개 터미널 중에서 16개 터미널이 일치(약 67%)하는 것으로 나타나서, DEA와 SOM의 클러스터링이 상호 보완적인 관계임을 밝혀내었다.

본 논문은 새로운 접근방법인 SOM신경망을 이용하여 국내컨테이너터미널들의 클러스터링을 시도함으로써 학술적으로 가치 있는 결과를 보여 주었지만, 한계점은 첫째, 현실에서 일어나는 현상 및 문제의식, 이러한 현실을 설명하는 기존연구의 흐름, 이에 대한 한계점, 본 연구의 확실한 차별성 등에 대해서 상세하게 기술하지 못하였다. 둘째, SOM과 관련된 자세한 세부적인 실증분석결과를 제시하지 못했으며, 그 내용에 대한 설명도 상술하지 못하였다. 셋째, 실증분석에서 도출된 결과의 터미널들과 실제로 위치하고 운영되고 있는 현재의 상황과 연결시킨 설명들에 대해서, 누구든지 공감할 수 있는 충분한 이론적인 타당성을 제시하지 못했으며, 클러스터링 하는 과정도 상세하게 제시 하지 못했다. 넷째, 자기조직화지도모형에 대한 경영학계의 전반적인 평가는 투입변수에 대한 학습시뮬레이션과정이 실제 현실세계에서 나타나는 바람직한 출력결과가 존재하지 않는 경우가 많은 것으로 알려져 있다. 따라서 이에 대한 실제 사례분석의 중요성이 크다고 할 수 있다. 다섯째, 신경망의 자기조직화라는 복잡성에 비해서 결과는 유의한가?, 효율성의 측정, 클러스터링에 대한 결과의 의존성은 신뢰할 만한 한가? 등에 대한 검증, 다섯째, 다른 측정방법과 연결을 함에 있어서 일관성과 일치성은 있는 것인가에 대한 검증 등을 다루지 못했다. 여섯째, 본 연구에서는 Excel을 이용하여 자기조직화 신경망에 의한 클러스터링을 측정하는 과정을 보여 주지 못하고, 그 결과만을 보여 주었다. 또한 일반적으로 사용하고 있는 SOM패케이지를 사용하지 못하였다. 차후 연구에서는 그러한 방법과 문제점을 해결할 수 있는 주제들을 다루고자 한다. 위와 같은 한계점에도 불구하고 본 논문은 보다 더 심도 있는 SOM을 이용한 클러스터링측정방법에 대한 연구의 방향을 제시하는 학술적인 역할은 충분하게 할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 고용기・여택동・주수현・김새로나, “우리나라 항만클러스터의 결정요인과 구축방안에 관한 연구,”『국제상학』제19권 제4호, 한국국제상학회, 2004, pp.63-84.
2. 류동근," 국내 컨테이너 전용터미널의 효율성 비교:DEA 접근 ," 『해운물류연구』제47호, 한국해운물류학회, 2005, pp.21-38.
3. 민재형・이영찬, “자기조직화 신경만을 이용한 경쟁적 벤치마킹,”『한국지능정보시스템학회 학술대회 논문집』제2권, 한국지능정보시스템학회, 2000, pp.479-488.
4. 민재형・이영찬, “자기조직화지도를 이용한 한국 기업의 재무성과 평가,”『한국경영과학회지』제26권 제3호, 한국경영과학회, 2001, pp.1-20.
5. 박노경, “자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정방법,” 『2009년도 동계학술대회 및 정기총회 발표논문집』,한국항만경제학회, 2009.12.21, pp.13-28.
6. 박노경, “컨테이너 터미널의 방사-비방사적 효율성 측정방법 비교,"모형개발 및 실증적 적용에 관한 연구," 제24집 제2호, 한국항만경제학회, 2007, pp.17-41.
7. 박영태, “동북아 물류 중심화를 위한 부산항 항만클러스트 구축전략,”『유통정보학회지』제8권 제1호, 한국유통정보학회, 2005, pp.107-130.
8. 이종섭・강맹규, “자기조직화 신경망을 이용한 클러스터링 알고리듬," Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 제31권 제3호, 2005, pp.257-264.
9. 이종섭・강맹규, “자기조직화 신경망의 정열된 연결강도를 이용한 클러스터링 알고리즘," 『한국경영학회지』, 제31권 제3호, 2006, pp.41-51.
10. 이건창・정남호, “SOM을 이용한 인터넷 주식거래시장의 시장세분화 전략수립에 관한 연구," 『한국경영학회지』, 제27권 제3호, 2002, pp.75-92.
11. 주수현・김종욱・이동철, “부산항 항만클러스터 구축을 위한 전・후방 연관산업분석,”『유통정보학회지』제12권 제1호, 한국유통정보학회, 2009, pp.129-152.
12. 국토해양부(구 해양수산부), 『해양수산통계연보』, 국토해양부(구 해양수산부), 2005.
13. 한국컨테이너부두공단, http://www.kca.or.kr
14. 한철환, “우리나라 항만클러스터 구축방안에 관한 연구," 제19집 제1호, 한국항만경제학회, 2003, pp.1-22.
15. 최형준・김주학・고병구, “자기구성지도를 활용한 군집분석,”『한국체육학회지』제46권 제5호, 한국체육학회, 2007, pp.553-564.
16. Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” Management Sciences, Vol. 30, 1984, pp.1078-1092.
17. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” European Journal of Operational Research, Vol. 2, 1978, pp.429-444.
18. Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120(3): pp.253-290.
19. Po, R.W., Y.Y. Guh, and M.S. Yang, " A New Clustering Approach Using Data Envelopment Analysis," European Journal of Operational Research, 2009, pp.1-9. in printing.
20. Sharma, M. J. and S.J. Yu, "Performance Based Stratification and Clustering for Benchmarking of Container Terminals," Expert Systems with Application, Vol. 36, 2009, pp.5016-5022.
21. Valantine, V.C. and R. Gray, " Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East," 『한국해운학회지』, 한국해운학회, 2002, pp.197-213.

한국항만경제학회지 제26집 제1호 (2010. 3)

< 요 약 >

자기조직화지도 신경망을 이용한 국내 컨테이너터미널의 클러스터링 측정소고

박 노 경

본 논문에서는, 국내와 외국에서 선행된 항만분야의 SOM신경망을 이용한 클러스터 분석과 관련된 선행연구들을 간략하게 검토하였으며, 또한 국내 컨테이너터미널 8곳의 3년간(2002년, 2003년, 2004년)자료를 이용하고, 4개의 투입물[종업원수(명), 부두길이(m), 부지면적(평방m), 갠트리크레인 대수(대)])과 1개의 산출물[년간 컨테이너 처리실적(TEU)]을 이용하여 DEA방법 및 SOM신경망을 이용한 클러스터링으로 실증분석하는 방법을 보여주었으며, 그 결과가 갖는 현실적인 의미와 정책적인 함의를 제시하였다.

주요한 실증분석 결과는 다음과 같다. 첫째, DEA분석결과에 의하면, 각 터미널의 참조터미널들이 감천터미널을 제외하고 지리적으로 근접지역에 위치하고 있는 것으로 나타나서 클러스터형성이 가능하며, 시너지 효과도 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 광양터미널들은 지리적으로 멀지만, 감만, 우암터미널들과 클러스터를 구축할 수 있는 것으로 나타났다. 둘째, SOM신경망을 이용한 클러스터링분석결과를 보면, 클러스터 1, 클러스터 2, 클러스터 3에 위치함 감만터미널, 클러스터 4에 위치하고 있는 허치슨터미널과 신선대터미널, 클러스터 5에 위치한 15개의 터미널들이 나름대로 클러스터링에 대한 의미를 가지고 있는 것으로 추정되었다. 셋째, DEA기법에 의한 참조터미널들에 의한 클러스터링과 SOM신경망에 의한 클러스터링 사이에서는 약67% 수준에서 일치하였다.

본 연구의 정책적인 함의는 첫째, 컨테이너터미널에 대한 정책입안자는 북항에 속한 자성대, 우암, 신감만, 감만 터미널은 터미널운영을 통합하는 것이 필요하다. 즉, 클러스터링의 효과를 극대화시키기 위해서는 부두운영사의 숫자를 줄여나가는 정책을 강제적으로 입안하여 시행하는 것이 가장 시급한 문제이다. 둘째, 부산북항에 위치한 터미널들의 최대약점은 터미널마다 부두운영사가 서로 달라서 화주들에게 원스톱서비스를 제공하지 못하고 있다는 점이다. 즉, 년간 물동양의 44%가 환적화물임을 감안해 보았을 때, 북항의 컨테이너 터미널들은 향후 신항과의 화물수주경쟁에서 성공하기 위해서는 반드시 클러스터링을 하는 정책을 도입해야만 한다.

□ 주제어: 자기조직화지도, 신경망, 컨테이너터미널, 클러스터링, DEA,