

네트워크분석을 통한 물류중심지수 개발과 활용에 관한 연구

† 이지훈

† 부산시의회 입법정책담당관실 연구위원

요 약 : 막대한 예산이 소요되는 거점물류시설의 경우 물류네트워크에 대한 이해를 통한 효율적이고 최적화된 네트워크 구축이 필요하다. 최근 다양한 분야에 많은 관심을 끌고 있는 사회연결망분석은 페이스북과 같은 복잡한 네트워크를 보다 이해하기 쉽게 만들어 주는 도구로 각광을 받고 있다. 본 연구는 네트워크 분석기법을 활용해서 전국 시도별 물류중심지수를 도출하고, 이를 활용하기 위한 방안을 모색했다.

핵심용어 : 물류, 중심지수, 네트워크분석

I. 연구 개요

1 연구배경 및 목적

- 막대한 예산이 소요되는 거점물류시설의 경우 기존의 네트워크에 대한 이해와 보다 효율적이고 최적화된 네트워크 구축이 필요함
- 최근 사회과학분야에 많은 관심을 끌고 있는 사회연결망분석(Social Network Analysis)은 페이스북과 같은 복잡한 연결망을 보다 이해하기 쉽게 만들어줌
- 본 연구는 네트워크 분석기법을 활용해서 전국 시도별 물류중심지수를 도출하고, 이를 활용하기 위한 방안을 모색함

2 연구 범위 및 방법

- 문헌연구를 통해 물류 중심지수에 대한 선행연구를 살펴보고, 실증분석을 위해서 KTDB의 시도간 품목별 화물 O/D 를 활용함
- 물류중심지수 산정을 위해 네트워크분석 프로그램인 UCINET을 활용하여 시도 간 관계를 시각화하고 도시별, 품목별 중심지수를 산출

1

II. 중심지수 산정 방법

3 네트워크 분석과 기존 (통계적) 방법론과의 차이점

- 기존의 경험적 연구는 주로 특정 현상에 관련된 개체들의 속성(attribute), 즉 변수를 양적으로 파악함
- 즉 변수를 양적으로 파악하여 자료화한 후, 다양한 통계적 방법으로 중요 변수들 간의 상관관계나 인과관계를 분석함

↓

- 네트워크 분석은 연대 또는 거래 구조를 행렬 형태(matrix format)의 자료로 입력하여, 연결망 내 개체(node)의 속성과 함께 개체간 관계분석이 가능함
- 네트워크 분석을 통해 각 결점(node)이 연결망에서 차지하는 다양한 중앙성(centrality) 지표를 도출하고 이를 활용해서 각 분야별 중심지수로 산정하였음

3

II. 중심지수 산정 방법

1 물류 중심지수(Hub Index)

- 허브(Hub)는 중심 또는 중추를 의미하며, 특정한 영역이나 분야 중에서 중심적 위치를 차지함을 의미함
- 물류중심지수 산정을 통해 시도별 중추적인 역할을 담당하는 (화물품목)분야를 발굴하고, 중장기적으로 관리하기 위한 지표를 개발함

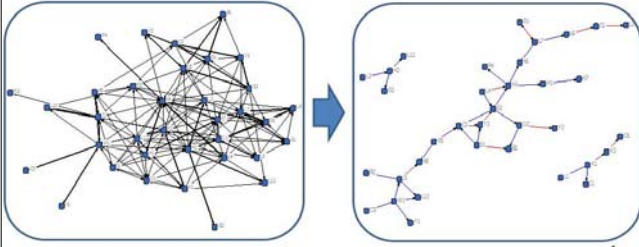
2 네트워크 분석(Network Analysis)

- 물류 중심지수 산정을 위해 네트워크 분석 기법을 활용함
- 네트워크 분석은 개체들이 어떻게 연결되어 있는가의 문제와 그 연결 구조의 성질을 파악하는데 주목함
- 적용분야로는 경제, 사회문화, 물류 등 사회 전문분야에 걸쳐 다양하게 적용 가능함

2

II. 중심지수 산정 방법

- 네트워크를 구성하는 개체(node)간의 복잡한 연결망을 필터링 과정을 통해 시각화하고 의미 있는 정보로 변환하는 과정을 거침
- 간결하게 변환된 개체간 연결망을 이용해서 중앙성 지표를 산출하고 결과를 해석함



4

† 주저자 종신회원 leejh11@korea.kr

II. 중심지수 산정 방법

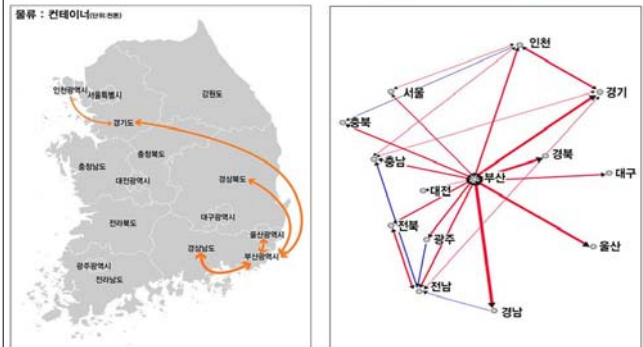
4 네트워크 분석기법의 중앙성(Centrality) 지표 비교

- **연결 정도 중앙성 (Degree centrality)**
: 각 개별적 결점이 다른 결점과 연결을 많이 맺는 정도를 나타냄. 기본적으로 많은 연결을 보유한 결점이 연결망 내에서 핵심적 역할을 담당함
- **인접 중앙성 (Closeness centrality)**
: 한 결점이 다른 결점에 얼마만큼 가깝게 위치하는 정도를 나타냄. 최소단계로 다른 결점과 연결될 수록 결점의 중앙성은 높아지게 됨
- **사이 중앙성 (Betweenness centrality)**
: 한 결점이 다른 결점들 사이에 위치하는 정도를 나타냄. 연결 중앙성과는 달리 상대적으로 많은 연결을 보유하지 않더라도 다른 결점들의 다리 역할을 담당함
- **위세 중앙성 (Eigenvector centrality)**
: 각 결점이 연결망에서 중요한 위치에 있는 다른 결점과 연결된 정도를 나타냄

5

III. 중심지수 산정

컨테이너화물



주: 우측 네트워크 연결망 도면에서 시공간 연결강도를 연결선의 굵기로 나타냄

8

II. 중심지수 산정 방법

$$H_i = \omega_h C_i + (1 - \omega_h) N_i,$$

$$C_i = w_c \frac{F_i(\text{유입})}{\sum_i F_i(\text{유입})} + (1 - w_c) \frac{F_i(\text{유출})}{\sum_i F_i(\text{유출})},$$

$$N_i = w_n \frac{G_i(\text{유입})}{r-1} + (1 - w_n) \frac{G_i(\text{유출})}{r-1},$$

- H_i 는 i 도시의 중심지수,
- C_i 는 i 도시의 집중성 (Concentration) 지수,
- N_i 는 i 도시의 연결성 (Connectivity) 지수,
- F_i 는 i 도시의 유출, 유입량,
- G_i 는 i 도시의 유출, 유입 링크수,
- r 은 네트워크 내 분석대상 도시 (node) 수 합계,
- w 는 가중치 ($0 \leq w \leq 1$ 의 범위, 분석에는 0.5를 기본값으로 설정) 6

III. 중심지수 산정

컨테이너화물

시/도	집중성 지수	연결성 지수	물류중심지수	순위
부산	38.5	86.7	62.6	1
서울	1.7	13.3	7.5	8
경기	12.2	26.7	19.4	2
인천	6.7	30.0	18.4	3
대구	1.2	6.7	4.0	13
경남	9.5	10.0	9.8	6
울산	5.6	6.7	6.1	10
경북	6.7	6.7	6.7	9
대전	1.0	6.7	3.9	14
광주	2.1	10.0	6.0	12
충남	3.5	23.3	13.4	5
충북	2.2	10.0	6.1	11
전남	5.3	30.0	17.7	4
전북	3.4	13.3	8.3	7
강원	0.3	0.0	0.2	15
제주	0.0	0.0	0.0	16

- 산정방법: 33개 화물 품목별 자료 중 시공간 컨테이너화물 기준으로 산정함
- 자료출처: 국가교통DB센터, 품목별 화물량 자료(2007년 기준)

9

III. 중심지수 산정

1 연구대상

- 분석자료는 국가교통DB센터에서 제공하는 자료를 활용하였고, 수집자료의 시점은 2007년, 16개 시도 대상(165개 구역으로 구분 가능)
- 컨테이너화물, 1차급속, 의료·정밀기기·광학기기, 운송장비 화물 등 시공간 이동자료를 활용함

2 자료특성

- 화물특성별 네트워크 분포(Distribution)를 알 수 있는 기초통계분석 결과, 평균 보다 중앙값이 작게 나타나고 있으며, 비교적 큰 표준편차를 보여 왼쪽에 긴 꼬리를 가지고 오른쪽으로 크게 치우친 분포로 나타남
- 시공간 물류 네트워크의 상위 20%의 연결망의 비중이 전체 시공간 이동의 94%를 차지하는 것으로 나타나, 필터설정의 기준으로 활용함

7

III. 중심지수 산정

컨테이너화물

- 물류분야(컨테이너화물) 중심지수를 유입과 유출로 구분해서 살펴보면, 부산은 타시도에서 부산항으로 들어오는 유입집중성이 높아 유입중심지수가 유출지수에 비해 높게 나타남
- 부산시 물류분야(컨테이너화물)는 집중성과 연결성 모두 전국 최고 수준임

물류분야(컨테이너화물) 세부 분석결과

시도	유입중심지수	유출중심지수	유입집중성	유출집중성	유입연결성	유출연결성
부산	65.6	59.6	44.5	32.5	86.7	86.7
서울	7.6	7.4	1.8	1.5	13.3	13.3
경기	20.6	18.3	14.5	9.8	26.7	26.7
인천	15.8	20.9	4.9	8.5	26.7	33.3
대구	3.9	4.0	1.2	1.3	6.7	6.7
경남	7.7	11.8	8.8	10.3	6.7	13.3
울산	4.9	7.3	3.2	8.0	6.7	6.7

10