포칼 입지계수를 이용한 중심지 성숙도 평가

Assessing the Maturity of Central Place Using Focal Location Quotients

이병길¹⁾
Byoungkil Lee

Abstract

In areas such as trade area analysis and urban planning, the maturity assessment of central places is important information to be taken into account for rational decision-making. In this study, 3 business areas, typical retail businesses (retail, personal service, food and beverage), are extracted from year 2004 and 2009 phone books, and centrality index and location quotients for 3 business areas are calculated. Using these outputs growth, decline, and maturation of central places are figured out, then comparing and analyzing these results assessment method for central places is proposed. As a result, it is known that the maturity of central place, such as growing, declining, and maturing, can be assessed by comparing the location quotients of 3 retail business areas. In growing central place, location quotient of food and beverage business is much higher than others, and in maturing central place, that of retail business is much higher than others. Assessment results of central places are very useful, as an important index, to determine branch opening or select business area, in trade area analysis.

Keywords : Focal Location Quotient, Centrality Index, Central Place, Evaluation of Central Place

초 록

도시계획이나 상권분석 등의 분야에서, 중심지의 성숙도와 같은 중심지에 대한 평가는 합리적 의사결정을 위해 고려하여야 할 중요한 정보이다. 본 연구에서는 서울시에 대한 2004년과 2009년의 전화번호부 업종 데이터 중 대표적인 소매업종인 소매, 생활서비스, 음식업의 세 업종을 선택하여 중심성 지수와 입지계수를 구했다. 중심성 지수와 세 개의 소매업종에 대한 입지계수로부터 각각 중심지의 성장, 쇠퇴, 성숙을 파악하고 이를 비교, 분석하여 중심지 평가 방법을 제시하였다. 본 연구를 통해 어떤 중심지에 대해서 세 소매업종에 대한 입지계수를 비교하여 성장지역인지, 쇠퇴지역인지, 아니면 성숙지역인지의 여부를 파악할 수 있음을 알 수 있었다. 이러한 중심지의 평가 결과는 상권분석에서 업종의 선택이나 출점 가능 여부 판단과 같은 업무에서 중요한 지표로 매우 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

핵심어 : 포칼 입지계수, 중심성 지수, 중심지, 중심지 평가

1. 서 론

도시계획이나 상권분석과 같은 분야에서 도시 내에 존재하는 도심이나 부도심과 같은 중심지의 성장, 쇠퇴, 그리고 성숙과 같은 성숙도에 대한 평가는 도시공간 내에서의 다양한 의사결정을 합리적으로 수행하기 위해 고려하여야 할 중요한

정보이다. 도시지역 내에서 중심지를 찾아내기 위한 다양한 연구가 국내외에서 이루어져 왔으며(McDonald, 1987; Craig and Ng, 2001; McMillen and Lester, 2007) 이러한 연구는 모두 행정동 또는 시군구와 같이 인위적으로 결정된 행정경계를 분석의 기본단위로 하고 있다. 최근 이보다 작은 단위인 통계를 이용하기 위한 연구가 진행되고 있으나 공간의 단위

1) Member, Department of Civil Engineering, Kyonggi University (E-mail: basil@kgu.ac.kr)

가 인위적으로 확정되는 것은 동일하다. 이렇게 통계분석의 단위가 되는 공간이 인위적으로 구분되는 경우 공간상의 연속된 변화를 적절히 분석하고 설명할 수 없는 상황이 발생하며, 이를 ‘공간단위수정가능성의 문제’라고 한다. 이러한 문제의 극복을 위해 Lee and Kim (2008)은 밀도기반클러스터링을 이용하여 구한 입지계수로부터 강남대로 일원의 중심지를 식별하여 라스터 분석 기법을 이용한 중심지 식별이 가능함을 증명하였고, Cromley and Hanink (2012) 역시 단순한 LQ 분석에 비해 커널밀도함수를 이용한 라스터기반 포칼 입지계수 분석이 공간현상의 공간구조를 더욱 잘 반영할 수 있다고 하였다.

한편 중심지 이동과 관련한 연구로는 Jun (1996), Lee et al. (2001), Roh et al. (2004) 등이 유발통행밀도, 상품별 역내의 구매 비중 및 구매 행선지, 유출입교통을 이용하여 여러 시기에 걸쳐 도시의 중심지가 이동한 패턴을 분석하였다. 또한 Song (1997), Guiliano and Small (1991), Lee (2000) 등의 고용밀도와 고용자 수를 사용하거나 O-D 통행량 벡터 군집을 통해 도심과 부도심의 상호관계를 파악한 연구 등이 있다. Jansenberger and Staufer-Steinnocher (2004)는 두시기에서 계산된 라스터 밀도의 비율을 이용하여 식품소매시장의 시공간적(spatio-temporal) 변화를 분석하였으나, 전체 경제규모의 변동에 따른 변화 등에 대해서는 고려가 안되는 등의 한계를 보였다. 이상과 같은 선행연구는 모두 중심지의 성장과 쇠퇴에 대해 사후적인 평가만이 가능하며, 어느 한 시점에서 파악된 중심지에 대해 해당 중심지가 성장할 것인지 쇠퇴할 것인지와 같은 중심지의 상태를 평가하기 위한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 이와 같은 선행연구의 결과를 토대로 서울시에 대한 두시기의 소매점 데이터를 이용하여 중심지의 이동을 파악하고, 중심지를 성장지역, 성숙지역, 쇠퇴지역으로 구분한 후 각 지역에서의 업종별 입지계수의 변화를 파악하여, 한 시점에서 파악된 중심지의 상태 평가가 가능한지 여부를 검토하고자 하였다.

2. 중심성 지수와 입지계수

기준에 중심지를 파악하기 위한 연구에서는 주로 고용밀도와 같은 밀도를 Z-score를 이용하여 표준화 한 후 일정한 값을 초과하는 지역을 중심으로 파악해 왔다. Jun (1996)과 Lee and Kim (2008)의 연구에서는 0.8을 사용하였다. Z-score는 일군의 변량을 평균 0, 표준편차 1의 정규분포가 되도록 변환한 점수이므로, Z-score 0.8을 초과한다는 의미는 대상 변량

전체에서 상위 약 20% 정도에 해당한다는 의미이며, 본 연구와 같은 연구에서는 중심지에 대응하게 된다.

중심성 지수(CI, Centrality Index)란 식(1)과 같이 나타나는 지수로 어느 지역에서 하나의 업종만이 밀집할 경우에도 해당지역의 중심성 지수가 높게 나타나게 된다. 예를 들어 j 행정동의 i 산업의 고용자 수가 광역시의 전체 i 산업 고용자 수의 90%를 차지할 경우 j 행정동의 CI는 i 산업에서만 0.9가 된다. 이와 같이 행정구역의 규모와 고려 대상 산업규모에 따라 중심성 지수는 상당한 편이가 발생할 수도 있다.

$$CI = \sum \frac{e_i}{E_i} \quad (1)$$

where, E_i : employees of i business area in focused area, and e_i : employees of i business area in whole study area(Cromley and Hanink, 2012).

입지계수(LQ, Location Quotient)는 어떤 지역에서 특정 산업이 얼마나 특화되어 있는가를 파악하는 지수로서 식(2)와 같다.

$$LQ_i^g = \frac{e_i^g / e^g}{E_i / E} \quad (2)$$

where, e_i^g : employees of i business area in g dong, e^g : sum of employees of all business areas in g dong, E_i : sum of employees of i business area in whole study area, and E : sum of employees of all business areas in whole study area(Cromley and Hanink, 2012).

따라서 입지계수가 1.0이상이라는 것은 해당지역에서 특정 업종이 차지하는 비율이 전체평균비율보다 높다는 것을 의미하고 이를 특화되었다고 판단한다. 이와 같이 입지계수는 행정구역의 규모와 고려 대상 산업의 규모를 통시에 고려할 수 있기 때문에 g 지역의 i 산업에 대한 LQ가 크다는 것은 g 지역에서 i 산업이 특화되어 있으며, 동시에 i 산업에 대한 g 지역의 의존도가 크다는 것을 의미한다.

한편, 본 연구에서도 중심지 이동을 보다 세밀하게 판단하고 이동에 대한 평가를 수행하기 위해 행정구역 단위를 사용하지 않고 원래의 점형 데이터로부터 직접 라스터 밀도 데이터를 작성하여 중심성 지수와 입지계수를 구하고자 하였다. 이를 위해서는 점형 데이터로부터 직접 공간밀도분석을 수행하는 것은 식 (3)과 같은 GIS의 커널 밀도 함수를 이용하여 수행할 수 있다.

$$IM_i = \sum_{j=1}^n E_j K(r_j, \theta_j) \quad (3)$$

where, IM_i : weighted average density of i^{th} cell, E_j : employees of j company in a bandwidth from i , and $K(r_j, \theta_j)$: weight of j company with the distance from i is calculated by Gaussian function(Lee, 2003).

이상적인 Gaussian function은 $K(s,t) = \exp(-(s^2 + t^2)/(2C^2))/(2*\pi*C^2)$ 이며, (s,t) 는 중심점으로부터의 상대좌표이므로 위 식을 중심점으로부터의 거리 r 과 방위각 θ 를 이용한 극좌표로 고치면, $K(r,\theta) = \exp(-r^2/2C^2)/(2*\pi*C^2)$ 과 같이 나타난다. C 는 함수 K 가 영향을 미치는 범위로 $3*C$ 이상의 거리에서 K 는 거의 0이 된다. 한편, $q(r) = (1-(r/3)^2)^2$ 은 $r=0$ 에서 1이고, $r=3$ 에서 함수값이 0이면 도함수 값도 0인 특성을 가지고 있어 $K(r,\theta)$ 와 유사한 특성을 갖는다. 따라서 Gaussian function을 $K(r,\theta) = (1-(r/3C)^2)^2$ 와 같은 4차식으로 근사 시킬 수 있으며, 본 연구에서 사용된 ArcMap 소프트웨어에서는 이와 같은 4차근사식을 영향력 함수로 사용한다(Lee, 2003).

3. 적용 및 평가

3.1 데이터 구축 및 분석

3.1.1 사용 데이터

본 연구의 대상지는 서울시이며, 연구를 위한 데이터는 전 화변호부의 업종편 데이터이며, 연구 대상 기간은 2004년과 2009년이다. 분석을 위한 소프트웨어는 ArcMap 10.0의 Spatial Analyst Extension을 사용하였다. 중심성 지수와 입지계수는 일반적으로 고용자수를 이용하지만, 본 연구에서는 소매업종을 대상으로 하였기 때문에 업소별 고용자수를 갖는 소매업종 데이터베이스의 구축은 실질적으로 불가능하다. 따라서 단순히 전화번호부의 업종편 데이터를 이용하여 연구를 수행하였다.

업종편 데이터가 가진 주소를 geocoding하여 실좌표를 부여하고 업종 정보로부터 소매(D), 생활서비스(F), 그리고 음식업(Q)의 세가지 소매업종(Table 1)을 선택하여 중심지의 평가를 수행하고자 하였다. 전화번호부의 업종편은 일부 누락과 고용자수를 대변할 수 없다는 한계에도 불구하고 오랜

Table 1. Descriptions of data.

Business Category	Code	Count	
		2004	2009
Primary Industry	A	998	1096
Manufacture	B	60582	56068
Wholesale / Trade / Distribution	C	56143	47265
Retail	D	65849	61292
Electricity / Gas / Water	E	1124	904
Personal Service	F	49652	67612
Traffic / Transportation	G	9940	6932
Electronics / Communications	H	10718	10189
Technology / Building / Environment	I	28619	22845
Financial	K	11552	6322
Real estate	L	16942	14377
Culture / Art / Religion	M	8653	8289
Tourism / Leisure / Entertainment	N	4533	3939
Accommodation	O	2171	3423
Sports	P	2387	2518
Food and Beverage	Q	40788	56953
Education / Training	R	19633	18998
Health / Welfare	S	14938	22002
Press / Media	U	10462	7877
National Institutions / NGO	V	11444	10485
Total		427128	429386

기간 축적되어 온 업종의 신뢰성과 통계적인 대표성을 확보 하는데 충분한 표본수를 갖고 있기 때문에 이와 같은 공간 통계분야에 많이 사용되고 있다. 소매, 생활서비스, 음식점은 상업 중심지를 이루는 대표적인 소매업종으로 본 연구에 사용된 데이터에 충분한 수의 데이터가 포함되어 있어 분석 대상 업종으로 선택하였다. 소매에는 의복의류, 가방/신발/액세서리, 화장품, 생활서비스에는 이/미용/건강, 그리고, 음식점에는 한식, 패스트푸드, 제과제빵떡케익 등의 중분류 업종이 포함되어 있다.

3.1.2 중심지 이동 분석

중심성 지수와 입지계수를 구하기 위해 구축된 점형 데이터에 ArcMap의 커널밀도함수인 density 함수를 사용하여 D, F, Q 세업종에 대한 업종별 밀도와 전체 업종의 밀도 및 각 업종이 서울시에서 전체업종에서 차지하는 비율을 계산하였다. 커널밀도함수의 적용을 위해서는 격자의 크기와 검색반경을 설정하여야 한다. 커널밀도함수의 결과에 격자의 크기는 별다른 영향을 주지 않는 반면, 검색반경은 큰 영향을 주기 때문에 적절한 검색반경의 설정이 중요하다. 본 연구에서는

Borruso(2003), Goodwin and Unwin(2000), 그리고 Lee and Kim(2008) 등에서 도시지역의 공간현상 분석에 적합하다고 제안된 500m를 사용하였고, 격자의 크기로는 50m를 사용하였다. 여기서 구해진 세 업종에 대한 밀도에 식 (1)과 식 (2)를 적용하여 각각 중심성 지수와 입지계수를 구하였다.

앞서 살펴본 바와 같이 선행연구에서는 중심지를 파악하기 위해서 상위 20% 지역에 해당하는 Z-score 0.8 이상 지역을 중심지로 추출하였다. 본 연구에서도 중심지의 파악을 위해 중심성 지수와 입지계수 모두를 Z-score로 표준화한 후, 0.8을 기준으로 사용하여 중심지를 파악하였다. 2004년과 2009년의 데이터로부터 산출된 중심성 지수를 이용하여 파악된 중심지 및 중심지가 이동된 현황은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

(a) Centrality index, 2004

(b) Centrality index, 2009

Fig. 1. Normalized Centrality index of Seoul.

Fig. 2. Central place changes, 2004-2009.

3.2 중심지 평가 요인 분석

Fig. 2와 같이 중심지가 변화하는데 영향을 주는 요인을 찾아내기 위해 세가지 업종의 입지계수에 대해서도 Fig. 1 및 Fig. 2와 동일하게 2004년의 중심지와 2009년의 중심지를 파악하고 해당 업종의 중심지 이동에 현황을 파악하였다(Fig. 3). Fig. 3에서 소매(D)는 종로, 을지로 일대와 마포 인근이 가장 주된 중심지를 이루고 있으며, 시내의 기존 중심지 주변으로 2009년의 새로운 중심지가 확장되어 중심부로의 집중화가 강화된 것을 알 수 있고, 생활서비스(F)는 강남, 서초지역이 중심을 이루고 있으며, 지역적인 큰 변동은 없다는 것을 알 수 있고, 음식점(Q)은 서울시 전체적으로 고른 분포를 보이면서, 강동, 천호지역과 구로지역, 그리고 화곡동 일원에 2009년에 새로운 중심지를 형성하고 있음을 알 수 있다.

이와 같은 업종별 중심지의 변화와 전체 중심지의 변화양상을 비교하기 위하여 중심성 지수를 이용하여 구한 중심지 이동 결과와 입지계수를 이용하여 구한 세 업종의 중심지 이동 결과를 교차집계(cross tabulation)하였다. Table 2는 교차

집계의 결과로 의미의 정확한 파악을 위해 입지계수를 구하는 방법을 이용하여 전체 화소수에 대한 각 항목의 표준화된 비율을 구하여 Table 3을 구하였다. Table 3을 이용하여 세 업종의 입지계수를 이용하여 파악된 중심지의 이동이 중심성 지수를 이용한 중심지 이동에 미치는 영향의 정도를 파악할 수 있다. 앞서 입지계수에 대한 설명에서 1 이상이면 해당 지역에서 특화된 것으로 해석할 수 있다고 한 것과 동일하게 Table 3에서 1 이상이면 입지계수의 변화 항목이 중심성 지수 변화 항목에 특별한 영향을 주고 있는 것으로 해석할 수 있다. Table 2와 Table 3에서 code 11은 중심지가 아닌 지역, code 12는 쇠퇴지역, code 21은 성장지역, 그리고 code 22는 성숙지역으로 정의할 수 있다.

Table 3에서 특히 값이 큰 5개의 항목에 주목하면, 소매(D) 업종 code 21, code 22인 지역의 중심성 지수 code 22인 지역에 대한 표준화 비율은 1.830과 3.550이고, 음식점(Q)업종 code 12, code 21, 그리고 code 22인 지역과 중심성 지수 code 12와 code 21인 지역에 대한 표준화 비율이 각각 2.087, 1.839와 3.346으로 매우 높아 상당히 특별한 관계에 있는 항목임을 알 수 있다. 이를 다시 해석하면 소매 중심지의 성장과 성숙은 전체적인 중심지의 성숙에 중요한 역할을 담당하고 있고, 반면 음식점 중심지의 쇠퇴 및 성장은 전체적인 중심지의 쇠퇴와 성장에 중요한 역할을 담당하고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 중심지로서의 지위를 오래 유지하고 있는 성숙지역에서는 소매업종이 꾸준히 높은 입지계수를 유지하고, 중심지로 성장하거나 중심지에서 쇠퇴하는 지역에서는 음식점 입지계수의 변화 역시 동일한 방향으로 나타날 것으로 예측할 수 있다.

이러한 예측을 확인하기 위해 중심성 지수에 따라 파악된 중심지의 변화 지역별 3개 업종에 대한 입지계수의 평균값을 Table 4와 같이 구하고 Fig. 4로 표시하였다. Fig. 4에서 중심지가 아닌 code 11에 해당하는 지역에 대해서는 세 업종의 입지계수가 유사하고, 쇠퇴한 중심지인 code 12에 해당하는 지역에 대해서는 개인서비스(F)와 음식점(Q)의 입지계수가 낮고, 성장지역인 code 21에 해당하는 지역에 대해서는 음식점(Q)의 입지계수가 매우 높고, 개인서비스(F)의 입지계수는 낮고, 성숙지역인 code 22에 해당하는 지역에 대해서는 소매(D)업종의 입지계수가 높고, 나머지 두업종의 입지계수가 낮아 중심지의 변화 양상에 따라 세가지 업종에 대한 입지계수의 구성이 매우 상이함을 보여주고 있다. 이러한 결과는 일정시점에서 파악된 중심지에 대해 세가지 업종의 입지계수를 구하여 그 값의 분포를 비교해보면 중심지의 성숙된 정도를 추정할 수 있음을 시사한다.

본 연구에서 확인된 중심지의 이동은 소매업종의 상권의

이동이라 할 수 있는데, 그 중 한 지역의 예는 Fig. 5와 같다. Fig. 5는 청량리시장을 중심으로 한 인근지역에 대한 2004년에서 2009년의 중심지 변화로 우측인 청량리 미주아파트 앞이 중심지에서 쇠퇴하여 중심지에서 빠져나간 반면 좌측인 경동시장 방면으로는 중심지가 성장하고 있음을 알 수 있다. 이는 해당 기간에 미주아파트 상가의 노후화와 함께 경동시장에서의 한방 특화세가 조성이 이루어진 결과이다. 해당지역에서 2009년에 중심지로 파악된 지역의 입지계수는 소매, 생활서비스, 음식점 세 업종에 대해 각각 1.603, -0.543, -0.007로 앞서 파악된 성숙지역에 해당함을 알 수 있다.

(a) Retail business(D)

(b) Personal Service business(F)

(c) Food and Beverage business(Q)

Fig. 3. Changes of central place using LQ

Table 2. Results of cross tabulation. (unit: pixel)

Code		Location Quotient of D category				sum
		11	12	21	22	
CI	11	65,371	7,352	3,210	3,301	79,234
	12	902	117	30	116	1,165
	21	1,710	226	103	217	2,256
	22	6,153	269	747	1,994	9,163
sum		74,136	7,964	4,090	5,628	91,818
Code		Location Quotient of F category				sum
		11	12	21	22	
CI	11	60,414	5,233	7,698	5,889	79,234
	12	1,012	104	10	39	1,165
	21	2,049	29	63	115	2,256
	22	6,860	862	416	1,025	9,163
sum		70,335	6,228	8,187	7,068	91,818
Code		Location Quotient of Q category				sum
		11	12	21	22	
CI	11	58,093	6,041	7,580	7,520	79,245
	12	908	182	11	64	1,177
	21	1,040	68	372	776	2,277
	22	7,464	513	194	992	9,185
sum		67,505	6,804	8,157	9,352	91,818

here, code 11: 2004<0.8, 2009<0.8 (non-central place)

12: 2004>=0.8, 2009<0.8 (declining central place)

21: 2004<0.8, 2009>=0.8 (growing central place)

22: 2004>=0.8, 2009>=0.8 (maturing central place)

Table 3. Quotients of LQs for CI.

Code		LQ of D category			
		11	12	21	22
CI	11	1.022	1.070	0.909	0.680
	12	0.959	1.158	0.578	1.624
	21	0.939	1.155	1.025	1.569
	22	0.832	0.338	1.830	3.550
Code		LQ of F category			
		11	12	21	22
CI	11	0.995	0.974	1.090	0.966
	12	1.134	1.316	0.096	0.435
	21	1.186	0.190	0.313	0.662
	22	0.977	1.387	0.509	1.453
Code		LQ of Q category			
		11	12	21	22
CI	11	0.997	1.029	1.077	0.932
	12	1.049	2.087	0.105	0.534
	21	0.621	0.403	1.839	3.346
	22	1.105	0.754	0.238	1.060

Table 4. LQ by business.

Code	Retail	Personal Business	Food and Beverage
11	-0.04874	0.053887	0.038573
12	-0.14325	-0.40173	-0.42843
21	-0.02821	-0.56594	0.698591
22	0.446659	-0.27556	-0.45107

Fig. 4. Graph of LQ by business.

Fig. 5. Change of Cheongryanri-market area.

4. 결론

본 연구에서는 한 시점의 데이터를 이용하여 중심지가 새로 중심지로 편입된 지역인지 아니면 기존의 중심지가 그대로 유지된 지역인지와 같은 중심지의 평가가 가능한지 여부를 검증해 보고자 하였다. 이를 위해 서울지역의 소매, 생활서비스, 그

리고 음식업의 세가지 업종을 이용하여 2004년과 2009년의 중심성 지수와 입지계수를 구하고, 중심지와 중심지의 이동을 파악하였다. 중심성 지수와 세 업종의 입지계수로부터 파악된 중심지의 이동을 비교 분석하여 중심지 평가를 위한 방안을 검토하였다. 본 연구를 통해 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, 어떤 중심지에 대해서 세 업종에 대한 입지계수를 비교하여 성장지역인지, 쇠퇴지역인지, 아니면 성숙지역인지의 여부를 파악할 수 있다. 이러한 중심지의 평가는 상권분석에서 업종의 선택이나 출점 가능 여부를 판단하기 위한 중요한 지표로 사용될 수 있다.

둘째, 새로 성장하고 있는 중심지에서는 음식업의 입지계수가 높고, 성숙하고 있는 중심지에서는 소매의 입지계수가 높으며, 쇠퇴하고 있는 중심지에서는 세가지 업종의 입지계수가 모두 평균보다 낮아 음의 값을 가진다.

셋째, 여러 시점에서의 중심지 이동과 같은 현상의 파악을 위해 전화번호부의 업종별 데이터의 활용이 가능하며, 이러한 데이터의 분석에는 커널밀도함수를 이용한 포칼 입지계수의 활용이 적합하다.

본 연구는 서울지역에 한정하여 2004년과 2009년의 데이터 중 일부인 세 개의 업종만을 사용하여 분석한 한계를 가지고 있어 상권분석이나 도시계획 실무에 바로 적용하기에는 무리가 따를 것으로 예상된다. 따라서 향후 본 연구에서 제시된 방법론을 적용하여 더 많은 시기의 데이터를 비교하고, 여러 업종에 대한 결과를 분석한다면 실무활용이 가능한 중심지 평가 기법을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2010학년도 경기대학교 학술연구비(일반연구과제) 지원에 의하여 수행되었음

References

- Borruso, G., 2003, Network density and the delimitation of urban areas, *Transactions in GIS*, Vol. 7, No. 2, pp. 177-191.
- Craig, S. G. and Ng, P. T., 2001, Using quantile smoothing splines to identify employment subcenters in a multicentric urban area, *Journal of Urban Economics*, Vol. 49, No. 1, pp. 100-120.

- Cromley, R.G. and Hanink, D.M., 2012, Focal location quotients: Specification and applications, *Geographical Analysis*, Vol. 44, No. 4, pp. 398-410.
- Giuliano, G. and Small, K. A., 1991, Subcenters in the Los Angeles region, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 21, No. 2, pp. 163-182.
- Goodwin, M.T. and Unwin, D., 2000, Defining and delineating the central areas of towns for statistical monitoring using continuous surface representations, *Transactions in GIS*, Vol. 4, No. 4, pp. 305-317.
- Jansenberger E. M., Staufer-Steinnocher, P., 2004, Dual kernel density estimation as a method for describing spatio-temporal changes in the upper Austrian food retailing market, *7th AGILE Conference on Geographic Information Science*, AGILE, 29 April-1 May, Heraklion, Greece, pp. 551-558.
- Jun, M.J., 1996, The rise and fall of seoul CBD and subcenters: Comparison between 1981 and 1991 data, *Journal of Korea Planners Association*, Vol. 31, No. 2, pp. 33-35. (in Korean with English abstract)
- Lee, B.K., 2003, Defining of trade area using spatial data mining technique in business GIS, *Journal of Korean GIS Association*, Vol. 12, No. 2, pp. 171-184. (in Korean with English abstract)
- Lee, B.K. and Kim, J.Y., 2008, Employment center identification by density-based clustering method, *Journal of the Korean Regional Development Association*, Vol. 20, No. 3, pp.1-20. (in Korean with English abstract)
- Lee, C.M., Ahn, K.H., and Ahn, N.Y., 2001, Regional attractions of Bundang new town in shopping medical service, *Journal of Korea Planners Association*, Vol. 36, No. 7, pp. 271-284. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.S., 2000, An analysis of regional interactions system based on the interregional trips of commuters and students, *Journal of Korea Planners Association*, Vol. 35, No. 6, pp. 155-165. (in Korean with English abstract)
- McDonald, J. F., 1987, The identification of urban employment subcenters, *Journal of Urban Economics*, Vol. 21, No. 2, pp. 242-258.
- McMillen, D. P. and Lester, T. W., 2003, Evolving subcenters: employment and population densities in Chicago, 1970-2020, *Journal of Housing Economics*, Vol. 12, No. 1, 60-81.
- Roh, H.S., Lee, C.M., and Choi, M.J., Characteristics of multi-centralization process of a city – A case study on Incheon metropolitan city, *Journal of Korea Planners Association*, Vol. 39, No. 2, pp. 47-61. (in Korean with English abstract)
- Song, M.R., 1997, The spatial structure of Seoul : Changes and characteristics, 1980-1990, *Journal of Korea Planners Association*, Vol. 32, No. 4, pp. 209-228. (in Korean with English abstract)

(Received 2013. 05. 10, Revised 2013. 05. 10, Accepted 2013. 05. 13)