



통행특성별 OD자료와 Community Detection 기법을 활용한 공간위계별 생활권 설정 연구*

- 2010년 수도권 가구통행실태조사자료를 중심으로 -

A Study on the Designation of Living Zones by Its Spatial Hierarchy Using OD Data and Community Detection Technique

- Focused on the 2010 Household Travel Survey Data of the Seoul Metropolitan Area -

하재현** · 이수기***
Ha, Jaehyun · Lee, Sugie

Abstract

This study aims to designate the boundary of living zones by its spatial hierarchy, using the 2010 household travel survey data and the community detection technique. Community detection technique, one of the social network analysis methods, is a useful tool to analyze interconnected relationships between network nodes. Applying this technique, we propose a scientific method to determine the boundaries of living zones using the origin-destination trip matrices by travel characteristics. In our research, we consider the travel purpose, travel time and trip modes as travel characteristics. The results of our study indicate that we can identify the living zones of metropolitan area from daily living zones to regional living zones through the community detection technique. Furthermore, we also identify that the spatial boundaries of living zones does not exactly match with the existing administrative borders, when taking account of the actual movements of people's activities. This study contributes to the development of spatial planning boundaries in urban and regional planning, providing the designation method of the living zones by spatial hierarchy in the metropolitan area.

키 워 드 ■ 통행패턴, Community Detection, 네트워크 분석, 생활권, 빅데이터, 가구통행실태조사자료
Keywords ■ Travel Pattern, Community Detection, Network Analysis, Living Zones, Big Data, Household Travel Survey

I. 서론

도시여건에 따른 생활권 계획은 인구배분 및 시설계획 수립의 근간이 된다는 측면에서 중요하다. 또한, 생활권은 지자체가 행정서비스나 공공 및 편

의시설을 제공하는데 있어 중요한 기준으로 활용되고 있다. 서울시의 경우, 그 중요성을 인식함으로써, 서울시를 5개의 대생활권과 9개의 중생활권으로 구상한 바 있다. 더 나아가, 최근에는 인구 10만 정도를 수용할 수 있는 2~3개 행정동 규모의 소생활권

* 이 논문은 2015년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(한국연구재단-NRF2015H1A2A1034449-글로벌박사양성사업)이며, 2016년 4월 대한국토·도시계획학회 춘계산학기술대회에서 발표한 내용을 수정·보완한 것임

** Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (First author: jaehyunha@hanyang.ac.kr)

*** Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding author: sugielee@hanyang.ac.kr)

을 계획하였다(서울특별시, 2016). 이 계획의 경우, 지역주민들의 의견을 반영해 진행하였으며, 서울시에서는 이를 통해 소생활권에 대한 종합적인 발전 방향과 관리구상을 제시하고자 노력하고 있다.

더 나아가, 서울시에서는 지역생활권별로 '주거환경평가지표'를 산출하여 주거지 정비를 체계적으로 실시하기 위한 정책을 마련하고 있다는 점에서 생활권 계획의 중요성은 대두되고 있다. 또한, 국가적인 차원에서 이루어지고 있는 근린형 도시재생사업은 그 공간적 범위를 마을 및 소생활권으로 설정하고 있어, 생활권 계획은 다른 도시정책의 기본적인 바탕이 된다.

이처럼 생활권의 설정은 다양한 계획과 정책을 실행하기 위한 공간적 기준이 된다는 목적을 가진다. 그 대표적인 예로, 행정서비스나 공공시설의 배치가 있을 수 있으며, 이는 도시민들의 일상적인 활동 영역과 관련이 높다. 현재 각 지자체에서 수립하고 있는 생활권 계획의 경우, 지역 환경의 유사성, 규모, 문화·정치·역사의 유사성을 전반적으로 고려하고 있다. 그럼에도 불구하고, 통행특성을 비롯한 다양한 측면을 객관적으로 모두 반영하기에는 어려움이 있으며, 그 구분기준 또한 자의적이라는 측면에서 한계가 있다 (Greene & Pick, 2006: 박종순 외, 2011 재인용).

이러한 기존 생활권 계획의 문제점에 대한 대안으로, 생활권 계획의 활용목적에 따라 생활권을 다르게 구분하는 것을 생각해볼 수 있다. 가령, 주거정비 또는 도시재생의 공간적 단위로 작동할 수 있는 생활권은 유사한 주거지가 위치한 일련의 지역단위를 반영해야 하며, 효과적인 환경계획을 위해서는 유사한 자연환경을 확보하고 있는 지역단위가 생활권 계획의 기준이 되어야 한다. 더 나아가, 역사·문화의 측면에서 생활권을 구성할 경우, 동질한 특성을 공유하고 있는 지역단위가 생활권 계획의 기준이 될 수 있다. 그러나 생활권 계획을 각 목적

에 따라 다르게 설정하는 것은 시간적·경제적 비용을 수반한다는 점에서 한계가 있다. 그럼에도 불구하고 객관적인 기준과 뚜렷한 목적을 바탕으로 생활권을 설정하는 것은 계획 간의 연계성과 실현성을 높이는데 기여한다고 볼 수 있다.

생활권 계획의 주요 목표 중 하나인 공공시설의 공급 및 배치의 측면에서 살펴보면, 생활권은 도시민들의 일상활동 범위를 반영해야 효력을 발휘할 수 있다. 이러한 측면에서, 최근에는 생활권 계획이 도시민들의 생활환경을 실제로 반영하고 있는지에 대해 의문이 제기되고 있는 실정이다 (오병록, 2012; 박종순 외, 2011). 이와 관련해, 정윤영·문태현(2014)은 서울시의 생활권 계획이 비교적 합리적으로 수행되었다고는 볼 수 있지만, 공간상에서 나타나는 도시민들의 일상생활 패턴을 통해 생활권을 설정하는 것이 생활권의 개념과 목적에 더 적합한 결과를 도출할 수 있을 것이라고 지적하였다. 더 나아가, 오병록(2014a)은 서울시의 생활권은 행정적인 업무를 효율적으로 처리하기 위해 구분된 경계일 뿐, 실제 도시민들의 생활범위를 고려한 것과는 거리가 있음을 주장하였다. 이처럼, 도시민들의 실제 생활환경을 고려하여 생활권을 설정해야 한다는 주장이 제기되고 있으며, 이를 통해 생활권 계획의 역할이 제대로 작동할 수 있을 것으로 판단된다.

이에 따라, 본 연구는 서울시를 포함한 수도권을 대상으로 2010년 가구통행실태조사자료의 통행특성별 OD자료를 바탕으로 도시민들의 실제 생활환경을 고려한 생활권을 공간위계에 따라 구분한다. 이를 위해, 최근 빅데이터(big data)와 공간 네트워크 분석의 일환으로 사용되는 Community Detection 방법론을 활용한다. 생활권의 설정은 다양한 측면에서 이루어져야 하지만, 본 연구의 경우 도시민들의 실제 통행행태를 바탕으로 한 생활환경을 중점적으로 살펴보고 있으며, 이를 통해 객관적이고 생활권 설정목적에 부합하는 생활권 구분 방법을 제시한다.

II. 생활권이론 및 관련선행연구

1. 생활권의 개념과 중요성

1) 생활권의 개념 및 유형

생활권의 사전적 의미는 “행정 구역과는 관계없이 통학이나 통근, 쇼핑, 오락 따위의 일상생활을 하느라고 활동하는 범위”로, 도시민들이 다양한 목적을 가지고 활동하는 공간적 범위를 지칭한다(국립국어원: 오병록, 2012 재인용). 한편, 도시계획 분야에서는 생활권에 대해 보다 구체화된 정의를 하고 있으며, 생활권을 “대체로 동질성이 같은 단위로서 공동의 서비스나 사회활동을 영위하는데 필요한 각종 편의시설을 확보하고 활용할 수 있는 지리적 영역”으로 보고 있다(이종화·구자훈, 2009, p.80; 대한민국토·도시계획학회, 2014, 24p).

생활권의 설정기준은 지자체마다 다양하게 구성되어 있으며, 기본적으로 인구 규모나 지역의 면적을 바탕으로 하여 생활권 계획이 수립된다. 하지만, 이는 지역주민들의 생활환경을 객관적으로 고려하기 어려울 뿐만 아니라 자의적인 판단기준이 개입된다는 점에서 한계가 있다. 더 나아가, 생활권의 중심이 될 수 있는 시설을 기준으로 소생활권 혹은 중생활권을 구성하는 경우도 있다. 실제로, 박종순 외(2011)는 우체국, 은행, 중학교 등의 시설이 생활권의 형성과 연관성이 높을 것으로 판단하고, 대구광역시 달성군의 생활권을 구분하였다. 한편, 도시의 지형 및 하천이나 간선도로와 같은 물리적인 환경을 이용하기도 하며, 서울시의 경우에는 교육학군이나 거주인구의 특성을 종합적으로 고려하여 생활권을 설정하고 있다(서울특별시, 2014).

이와 더불어, 도시민들의 생활양식이 다양해지고 공공 및 편의시설 공급에 있어 그 위계를 달리할 필요성이 높아짐에 따라 생활권의 종류와 공간위계

는 세분화되었다. 일반적으로 생활권 설정의 목적에 따라 일상생활권, 소생활권, 중생활권, 대생활권, 광역생활권 등으로 구분이 되며, 도시의 여건에 따라 그 위계가 축소 또는 확장될 수 있다. 이 외에도 문화권, 도시권, 시간권, 거리권, 행정권 등도 생활권의 개념에 포함된다고 볼 수 있다(대한국토·도시계획학회, 2014, p.24).

생활권의 위계는 일반적으로 소생활권, 중생활권, 대생활권으로 구분하며, 이에 대한 간략한 정의는 다음과 같다(오병록, 2014a). 우선, 소생활권은 보행 가능한 공간적 범위의 개념을 통해 설정된다. 또한, 이는 일상적인 생활을 위해 주거지 주변의 상업시설 및 공공시설을 이용하는 등 다양한 일상활동을 동력수단을 사용하지 않고 이용 가능한 범위를 의미한다. 다음으로, 2차 생활권인 중생활권은 10~15분 정도의 통행시간과 지역순환교통을 이용하여 일상적인 활동을 할 수 있는 공간적 범위를 의미한다. 마지막으로, 대생활권은 시청이 배치되는 도시단위의 범위로서, 모든 시민활동을 수용할 수 있는 공간적 범위를 지칭한다.

앞서 살펴본 생활권의 일반적인 구분 외에도 통근권역이나 대생활권보다 높은 위계의 광역도시권 개념이 적용되는 경우도 있다. 우선, 통근권역은 중심도시를 기준으로 하여 중심도시로의 통근율이 높은 주변지역을 포함하는 권역을 의미한다. 이와 관련해, 권용우(2000)는 통근권역의 개념을 활용하여 도시민들 상당수의 일상생활 공간이 중심도시에 한정되어 있지 않고 주변지역을 포함하는 대도시권을 형성하고 있음을 보였다. 한편, 광역도시권은 중심도시와 주변 농촌 및 중소도시를 포함하여 교통·통신의 기능적 연계, 사회경제적 관련성, 그리고 자연환경의 공간적 동질성을 고려함으로써 설정되는 개념이다(전경구, 2000). 이러한 기준으로 설정되는 광역도시권은 국토교통부에서 수립하는 광역도시계획 수립의 근거가 된다.

2) 생활권계획의 중요성 및 지향점

우리나라의 경우, 주거의 잦은 이동 및 통근통행 거리의 증가로 인해 생활권 계획의 의미가 점차 줄어들었다(오병록, 2012). 그러나 생활권 계획은 여전히 지자체의 토지이용계획 및 공공시설 공급의 기준이 되고 있으며, 더 나아가, 생활권은 도시민들의 통행패턴 및 지역사회 구성에 영향을 줄 뿐만 아니라, 기타 하위계획 수립의 중요한 지침이 되고 있다. 실제로, 「국토계획법」과 「국토계획법 시행령」에 따르면, 생활권의 설정은 도시기본계획에 포함이 되어야 할 정책방향으로 지정되어 있으며, 생활권별로 생활·편익시설이 고루 갖추어져야 함을 명시하고 있다.

나아가, 계획의 효율성 측면에서, 도시규모가 큰 특별시·광역시 등의 지역은 하나의 계획만으로는 효율적인 도시관리가 이루어지기가 어렵기 때문에 중간 정도 규모의 생활권 계획이 필요하다. 또한, 핵심이 되는 공공 및 편익시설이 특정 지역에 편중되지 않고, 공간적으로 고르게 배분되기 위해서는 생활권 계획이 도움을 줄 수 있다는 측면에서 생활권 계획은 중요하다.

앞서 살펴본 생활권계획의 중요성에도 불구하고, 그간의 생활권 계획이 여전히 소수 전문가를 중심으로 하여 계획이 수립되었다는 점에서 도시민들의 공감감을 받는데 어려움이 있다. 이에 따라, 생활권 계획은 도시 내에서 발생하는 일상적인 활동의 패턴과 같은 특성의 반영이 필요하며, 더 나아가 단순한 행정상의 편의를 위한 행정지역의 연계가 아니라 통근, 통학, 쇼핑, 여가 목적의 다양한 생활패턴을 고려하여 생활권의 계획이 필요하다(정윤영·문태현, 2014; 정창호 외, 2014). 본 연구는 이러한 측면에서 통행특성별 통행패턴에 따라 수도권의 생활권이 위계별로 어떻게 형성되어 있는지에 대해 살펴본다.

2. 관련선행연구

기존에 수립된 생활권 계획이 주로 행정편의에 따라 주관적으로 이루어져, 실제 도시민들의 생활환경을 반영하고 있지 못하다는 의견이 제기됨에 따라, 생활권을 재설정하고자 한 연구가 최근에 다양하게 시도되었다(정창호 외, 2014; 정윤영·문태현, 2014; 오병록, 2014a, 2014b). 이들 연구는 주로 도시민들의 통행행태, 주요시설물의 위치, 지역별 정량적 지표를 활용하여 생활권을 재설정하고 있다. 생활권 계획의 경우, 지역의 정치·역사·문화·사회적인 요소가 종합적으로 반영되어야 한다는 점에는 이견이 없지만, 생활권 계획이 가지는 계획적 의미의 측면에서 도시민들의 활동환경 측면을 주로 살펴보고 있다. 실제로, 생활권 계획은 단순히 유사성이 높은 지역의 개념보다는 도시민들의 일상생활을 수용하고, 공공시설 및 편익시설 공급의 기준이 된다는 점에서 계획적인 의미를 가진다.

생활권의 설정을 다루고 있는 기존 연구들은 지역별 정량적인 지표의 유사성(정태순·유완, 1988), 주요시설물에 대한 접근성(박종순 외, 2011; 이대일·장한두, 2013), 지역 간 통행에 따른 지역의 연계성(김재홍, 2011; 노승철 외, 2012; 정창호 외, 2014), 통행목적별 교통수단에 따른 도시민들의 실제 활동범위(오병록, 2014a, 2014b) 등의 측면에서 다양하게 접근하고 있다.

우선, 정태순·유완(1988)은 서울시를 대상으로 사회·경제적인 특성이 유사한 지역들을 파악함으로써 도시기능의 효율성을 향상시킬 수 있는 생활권 대안을 제시하였다. 이들은 토지이용별 밀도, 지가, 고용밀도 등의 변수를 활용하여 군집분석을 시행하였으며, 이를 「1980 서울시도시기본계획안」 및 「1984 다핵도시개발계획안」과 비교함으로써 효율성을 평가하였다. 그 결과, 군집분석을 활용하여 생활

권을 설정하는 방법이 더 효율적임을 보고하였다.

다음으로, GIS 분석프로그램을 활용하여 주요 시설까지의 통행거리 및 시간을 산출함으로써, 이를 기준으로 생활권을 설정하고자 한 연구가 있다(박종순 외, 2011; 이대일·장한두, 2013). 박종순 외(2011)는 대구광역시 달성군을 대상으로, 공공시설 및 주민편의시설(우체국, 은행, 중학교)에 대한 접근성에 기초하여 생활권을 설정하고, 이를 기 설정된 생활권과 비교하였다. 이들은 주요시설까지의 접근성을 토대로 도출한 생활권은 기존 계획에서 수립된 생활권과 차이가 있음을 보였다. 그러나 박종순 외(2011)의 연구는 지역 내 주요시설을 우체국, 은행, 중학교로 한정하였다는 점에서 한계가 있으며, 이를 통해 위계별 생활권을 도출하지 못하였다.

한편, 생활권은 도시민들이 일상생활을 영위하기 위한 공간적인 단위를 의미한다는 측면에서, 지역 간 통행 자료를 활용하여 생활권을 설정한 연구가 있다. 정창호 외(2014)는 경남·부산·울산 지역을 대상으로 시·군간 OD자료를 활용하여 통행유출률 및 통행영향도를 산출하고, 이를 통해 지역 간 연계성 및 생활권을 살펴보았다. 구체적으로, 통행의 목적에 따라서 통행영향도가 1의 값을 가지는 지역을 중심도시로 설정하였으며, 이를 기준으로 주변도시를 포함하는 생활권을 파악하였다. 이와 같이, 지역 간 통행 자료를 활용하여 생활권을 설정하는 경우, 자족적 생활이 가능한 대생활권으로 규정되는 공간적 범위와 유사하다(정창호 외, 2014).

이와 비슷한 맥락에서, 노승철 외(2012)는 전국을 대상으로 통행자료 및 인구이동자료를 이용하여 지역 간 연계성을 살펴보고 도시권을 설정하였다. 앞서 다루었던 정창호 외(2014)의 생활권과 노승철 외(2012)의 도시권은 용어상 다르지만, 개념상으로는 지역 간 연계성을 다루고 있어 유사하다. 노승철 외(2012)의 연구에서는 통근통행, 일상통행, 주거이동의 측면에서 도시권을 설정하였으며, 분석에

사용된 자료의 속성에 따라 도시권역이 소수 다르게 설정될 수 있음을 보였다. 더 나아가, 이들은 기종점 자료를 활용하여 지역 간 연계성을 살펴보는 데 있어, 통행의 목적 또는 기종점 자료의 유형에 따른 분석결과를 종합적으로 고려할 필요가 있음을 보고하였다.

비교적 최근에는, 가구통행실태조사의 통행특성 자료를 활용하여 교통수단별 이동거리를 생활권의 반경으로 이용하여, 서울·경기 지역의 생활권을 위계에 따라 설정한 연구가 진행되었다(오병록, 2014a, 2014b). 이 연구에서는 생활권의 위계를 파악하는데 있어 통행수단별 평균 이동거리를 활용하였으며, 도보, 지역순환교통, 시내버스·승용차, 지하철로 유형을 구분하였다. 이 연구는 실제로 이루어진 통행을 이용하여 위계에 따른 생활권을 구분하였다는 점에서 의의가 있다. 하지만, 통행거리를 기초로 설정한 위계별 생활권의 규모를 서울시에 명확하게 적용하지 못하였다는 한계를 갖는다.

정윤영·문태현(2014)은 본 연구에서 활용하고 있는 분석방법인 Community Detection을 활용하여 서울시의 생활권을 구분하였다. 이들의 경우, 기존에 서울시에서 수립하고 있는 5개 대생활권 규모의 생활권만을 도출하였을 뿐, 구체적으로 위계별 생활권을 구분하지는 못하였다. 또한, 연구의 공간적 범위가 서울시에 한정되어 있어, 서울시와 경계를 같이 하는 주변 지역과의 연계성을 충분히 고려하지 못하였다는 점에서 한계가 있다.

3. 본 연구의 차별성

관련 선행연구를 통해서 살펴보았듯이, 객관적인 방법으로 생활권을 설정하고자 하는 연구는 지역의 정량적인 지표 또는 지역 간 기종점 통행자료를 활용하여 다양한 측면에서 시도되었다. 그럼에도 불구하고

하고, 기존 연구는 다음과 같은 한계를 가진다.

첫째, 통행수단에 따른 이동거리에 따라 위계별 생활권을 파악한 오병록(2014a)의 경우, 이를 서울시에 적용하는 과정이 구체적이지 못하였다. 이 연구에서는 원의 모양으로 생활권을 설정하고, 원의 반경에 따라 위계별 생활권을 비교적 단순하게 파악하여, 도출된 결과를 실질적으로 반영하기에는 한계를 가진다. 또한, 단순히 통행수단에 따른 평균이동거리로 생활권을 설정하는 것은 지역 간의 연계성을 충분히 고려하지 못한다는 한계가 있다.

둘째, 기존에 수도권을 대상으로 생활권을 살펴보는 경우, 서울·인천·경기 지역의 생활권을 시·도 단위로 구분하여 분석을 진행하고 있어, 시·도 경계에 인접한 주변 지역과의 연계성을 충분히 고려하지 못하였다.

셋째, 통행자료 또는 주거이동 자료를 활용하여 지역 간 연계성의 측면에서 생활권을 설정한 경우, 대생활권 규모의 권역만을 살펴보았다는 점에서 한계를 가진다. 대생활권의 경우, 그 규모의 측면에서 소수의 권역만을 도출할 수 있기 때문에 실질적으로 정책에 반영하는데 한계가 있다.

마지막으로, GIS 프로그램을 활용하여 주요시설까지의 접근성 측면에서 생활권을 설정한 경우, 각 연구에서 이용하고 있는 주요시설이 자의적이라고 볼 수 있다. 또한, 공공 및 편의시설의 위치를 통해 생활권을 구분하는 경우, 도시민들의 일상생활 중 일부분인 통근의 개념을 모두 포함하지 못하므로, 한계가 있다.

본 연구에서는 앞서 언급한 관련선행연구의 한계점을 중심으로 차별성을 두었다. 첫째, 2010년 수도권 가구통행실태조사자료와 Community Detection 방법론을 이용하여, 공간위계별 생활권을 도출하였다. Community Detection의 경우, 사회연결망 분석방법 중 하나로, 지역 간의 연계성에 따라 지역을 몇 개의 집단으로 구분해주는 분석방법이다

(Newman, 2006; 정윤영·문태현, 2014 재인용). 이에 대한 구체적인 내용은 3장에 소개되어 있다.

둘째, 본 연구는 수도권을 대상으로 생활권을 분석하여, 시·도 간 경계에 위치한 지역들이 어느 지역의 생활권에 포함되어 있는지를 살펴보았다. 실제로, 김찬동(2009)은 통근권의 개념으로 생활권을 설정할 경우, 시·도 지역과 경계를 같이 하고 있는 주변의 도시들을 포함하여 분석할 필요가 있음을 언급하였다. 이를 통해, 서울 주변지역에 위치한 도시 중, 서울시와의 통근 연계성이 높은 지역을 파악할 수 있을 것으로 예상된다.

셋째, 본 연구에서는 통행수단 및 통행시간에 따라 OD 통행자료를 구축하고, 이를 이용하여 공간위계별 생활권을 도출하였다. 실제로, 생활권 계획을 수립하는데 있어 이동시간의 개념을 활용하고 있다. 이를 통해, 기존에 지역 간 연계성을 바탕으로 도시권 및 대생활권 규모의 지역권역만을 살펴본 연구의 한계점을 극복할 수 있을 것으로 판단된다.

마지막으로, 통행자료 및 Community Detection 방법론을 통해 도출한 공간위계별 생활권의 면적 및 인구의 규모를 산출하여, 기존에 학계에서 제시된 이론상의 생활권 규모와 일치하고 있는지를 살펴보았다.

III. 분석방법 및 과정

1. 분석방법

본 연구에서 이용한 Community Detection 방법론은 국내에서 많이 다루어지지 않는 않으며, 특히 도시 및 지역분야에서는 다소 생소한 방법론이다. 이에 따라, 본 절에서는 Community Detection 방법론의 개념, 원리, 특징 및 적용방법과 이를 적용한 관련선행연구에 대해 살펴본다.

본 연구에서 활용한 Community Detection 방법론은 사회네트워크 분석(social network analysis) 방법 중 하나로, 네트워크 형태의 구조를 갖는 자료를 연계성이 높은 하위의 집단 구조로 분할(partitioning)하는 분석 기법이다(Newman, 2006). Community Detection 방법론은 2000년대에 접어들어 결절점 간의 연계성을 주목하면서 발전하게 되었으며, 사회 혹은 자연현상에서 발견되는 다양한 네트워크 구조에서 커뮤니티를 도출하는 방법으로 제시되었다(한치근·조무형, 2012). 이에 대한 개념은 그림 1과 같이 도식화할 수 있다.

Community Detection 방법론은 네트워크 구조에서 상호 연계정도가 높은 결절점을 바탕으로 군집을 도출해내며, 일반적으로 모듈성(modularity)이 가장 높은 경우를 탐색하는 방식으로 작동한다. 여기서 모듈성은 네트워크 구조에서 분할된 커뮤니티의 특성을 의미하며, 커뮤니티 내 결절점 간 상호 연계성(connectivity)은 높음과 동시에, 서로 다른 커뮤니티는 상호배타적인 특성(exclusivity)을 나타내는 하나의 척도이다 (Newman & Girvan, 2004; 한치근·조무형, 2012). 더 나아가, 모듈성은 0에서 1 사이의 값을 가지는데, 수치가 높을수록 커뮤니티의 구분이 명확함을 의미한다.

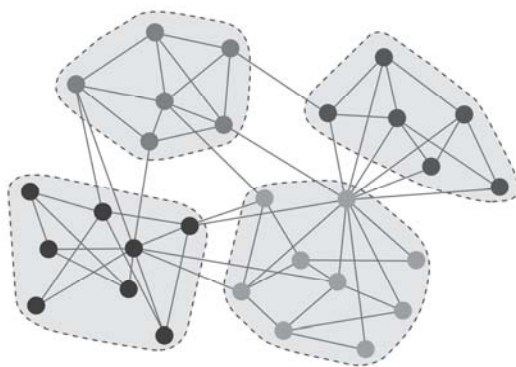


그림 1. Community Detection 방법론의 개념
Figure 1. Conceptual diagram for Community Detection method

한편, 일반적인 군집분석(cluster analysis)에서도 계층, 최적분리, 근접-이웃 등과 같이 자료의 유형 또는 군집분석의 목적에 따라 다양한 알고리즘이 개발되었듯이, Community Detection의 경우에도 네트워크 자료의 특성에 따라 다양한 접근방식이 있다. 본 연구에서 활용하는 통행네트워크 자료의 경우, 방향성과 가중치가 있는 네트워크 구조에 속하며, 이 경우에는 Infomap 알고리즘을 적용한 Community Detection 분석을 시행해야 한다. 실제로, 방향성과 가중치가 있는 네트워크 구조의 경우, 적용 가능한 Community Detection 알고리즘이 소수이며, Infomap 알고리즘을 선택하는 것이 가장 적합한 것으로 알려져 있다(Lancichinetti & Fortunato, 2009; Zhong et al., 2014 재인용).

Infomap 알고리즘은 Rosvall & Bergstrom(2008)에 의해 제안된 방법으로, 결절점 간의 연결여부뿐만 아니라, 결절점 간의 통행량을 고려한다는 점에서 중요하다. 더 나아가, 커뮤니티를 추출하는 과정에서 커뮤니티 내의 통행량 밀도가 높고, 커뮤니티 간의 통행량은 낮게 나타나는 최적의 경우를 도출해낸다. 즉, Community Detection을 통해 네트워크를 분할하였을 때, 각 커뮤니티 내에 위치한 결절점 간의 연계성은 높게 나타남과 동시에 커뮤니티 간의 연계성은 낮은 경우를 추출해내는 것을 의미하며, 커뮤니티 간의 네트워크 구조는 최소한의 엔트로피 값을 가지게 된다(Zhong et al., 2014).

특정한 네트워크 자료를 대상으로 Community Detection 방법론을 시행하게 되면, 모든 결절점이 자신만의 커뮤니티를 구성하는 가상의 상태에서 엔트로피 값을 산출하게 된다. 이를 기반으로 하여, 특정 결절점이 다른 결절점과 하나의 커뮤니티를 구성하게 되는 경우, 특정 결절점이 커뮤니티에서 제외되는 경우의 상황을 반복시행함으로써 엔트로피 값이 가장 최소화되는 상태를 찾게 된다. 이 과정이 반복됨으로써, 모듈성 지표가 가장 높은 상황

을 도출해내며, 이는 커뮤니티 내부의 연계성과 커뮤니티 간의 배타성이 가장 높은 결과를 의미한다.

이러한 Community Detection 방법론은 국제간 항공기 이동 기종점 자료, 통화 내역의 발신 및 수신 위치에 대한 네트워크 자료를 대상으로 활용되어왔다(Guiemera et al., 2005; Eagle et al., 2009; Ratti et al., 2010; Sobolevsky et al., 2013). 특히, Ratti et al.(2010)은 영국·잉글랜드·스코틀랜드·웨일스 지역(Great Britain)을 대상으로, 10억 건 이상의 통화내역에 대한 발신·수신 네트워크 자료를 활용하여 행정적인 지역경계와 도시민들의 상호작용으로 도출한 커뮤니티의 지역이 일치하는지 살펴 보았다. 더 나아가, 이들은 Community Detection 방법론이 지역, 교통계획, 경제지리학과 같은 분야에 적용될 수 있음을 시사하였다.

실제로, 도시민들의 통행네트워크 자료를 활용하여 Community Detection 방법론을 통해 지역권역 또는 생활권을 분석한 연구가 있다(Rinzivillo et al., 2012; Zhong et al., 2014; 정윤영·문태현, 2014). Zhong et al.(2014)의 경우, 싱가포르의 스마트카드 자료를 활용하여 생활권의 변화를 살펴보았으며, 정윤영·문태현(2014)은 서울시를 대상으로 시군구 단위의 대생활권을 도출하였다. 그러나 이들은 대생활권 규모의 생활권만을 도출하고 있을 뿐, 공간위계별 생활권을 구체적으로 다루고 있지 않다.

이와 같은 이유로, 본 연구에서는 Community Detection 방법론 중 Infomap 알고리즘을 활용하였으며, 이 과정에서 R 3.1.3 프로그램을 이용하였다. 더 나아가, 본 연구에서는 통행특성에 따라 구축한 통행네트워크 자료를 이용하여, 이를 통해 공간위계별 생활권을 도출하였다. 본 연구의 구체적인 분석방법은 아래와 같다.

첫째, 가구통행실태조사자료를 이용하여 지역 간 통행네트워크 자료를 구축하였다. 이 과정에서 네트워크 구조의 결절점은 가구통행실태조사자료의 최

소 집계단위인 읍면동 단위로 설정하였다. 둘째, 앞서 구축한 통행네트워크 자료를 이용하여 각 결절점의 pagerank 지수를 산출하였다. Pagerank 지수의 경우, Brin & Page(1998)에 의해 개발되었으며, 전체적인 네트워크 구조에서 특정 결절점이 통행량을 유인하는 정도를 의미한다(Zhong et al., 2014). 셋째, R 3.1.3 프로그램의 igraph 패키지와 통행네트워크 자료를 이용하여 Community Detection 분석을 시행하였다. 이 과정에서는 결절점이 가지는 중심성을 가중치로 반영할 수 있기 때문에, 앞선 단계에서 산출한 Pagerank 지수를 활용하였다. 또한, 결절점 간의 통행량은 네트워크 연결선의 파라미터 값으로 설정하였다.

한편, Community Detection 방법론을 통해 분할(partitioning)되는 네트워크 구조의 규모나 개수는 설정하는 것이 불가능하며, 분석 알고리즘을 통해 자동으로 결정된다(Newman, 2006). 또한, 연구에서 사용한 네트워크의 결절점인 행정동 지역의 지리적인 위치는 분석과정에서 인지하지 못하며, 간혹 행정동끼리 인접해 있지 않음에도 불구하고 동일한 Community(혹은 생활권)로 도출되는 경우가 있다. 이 경우에는 Zhong et al.(2014)이 제시한 방법에 따라, 분리되어 있는 행정동과 인접한 행정동 중 가장 높은 pagerank 지수를 가지는 행정동이 속해 있는 생활권으로 재분류하였다.

2. 분석과정

본 연구에서는 통행특성에 따라 구축한 기종점 OD 자료를 이용하여 공간위계별 생활권을 설정하고자 다음과 같은 분석과정을 거쳤다. 첫째, 기존에 제시되고 있는 생활권 위계 설정에 대한 기준과 가구통행실태조사자료에서 확인할 수 있는 도시민들 통근통행의 통행시간 분포를 활용하여 분석과정에

서 이용할 기종점 통행량 자료를 구축하였다. 본 연구에서는 2010년 가구통행실태조사자료 중 통근 목적의 통행에 집중하여, 각 표본통행의 수단 및 이동시간에 따라 기종점 통행자료를 구축하였다. 한편, 이 과정에서는 가구통행실태조사자료에 제공되어 있는 전수화계수를 활용하였다. 실제로, 통행패턴을 이용하여 생활권 혹은 지역 간 연계성을 다룬 기존 연구에서는 쇼핑·여가 목적의 통행을 이용하기도 하였지만, 주로 통근목적의 통행에 초점을 맞추고 있다(정윤영·문태현, 2014; 정창호 외, 2014). 다음으로, 통행수단의 경우, 도보 및 자전거와 같은 비동력 수단의 통행과 전체수단의 통행으로 구분하였다. 본 연구에서는 표 1과 같이 4가지의 기종점 통행 자료를 구축하였으며, 이에 대한 구체적인 근거 및 내용은 아래와 같다.

표 1에서 볼 수 있듯이, 소생활권은 도보 및 자전거, 즉 비동력수단을 이용한 통행을 중심으로 10분 이내에 이루어진 통근통행에 대한 자료를 활용하였다. 일반적으로, 소생활권은 교통수단을 이용하지 않고 도보로 접근가능한 공간적 범위를 의미하며, 각 연구마다 다소 차이를 보이고 있지만 그 규모를 반경 500m ~ 1.3km로 보고 있다. 한편, 가구통행실태조사 자료를 이용하여 도보 및 자전거로

이루어진 통근통행의 통행시간 분포를 살펴보면, 10분 이내 통행이 약 47%로 높은 비중을 차지하고 있다. 이에 따라, 본 연구는 소생활권을 도출하기 위해 도보 및 자전거를 이용해 10분 이내에 이루어진 통행에 대한 자료를 활용하였다.

다음으로, 중·대·광역생활권은 전체수단을 이용하여 이루어진 통근목적의 통행자료를 이용하여 생활권을 구분하고자 하였다. 이 경우에는 통행시간의 측면에서 생활권의 위계를 구분하였으며, 중생활권은 20분 이내, 대생활권은 30분 이내, 광역생활권은 전체 경우를 다루었다(표 1 참조). 생활권은 기본적으로 인구규모, 통행시간과 거리, 지역의 중심기능 등에 따라 구분되지만, 본 연구에서는 통행시간 측면에서의 반경에 따라 생활권을 구분하고자 하였다. 생활권의 위계를 결정짓는 통행시간의 경우, 가구통행실태조사자료에서 파악한 통근통행의 통행시간 분포를 기준으로 설정하였다. 그림 2를 통해 알 수 있듯이, 전체수단을 이용한 통근통행 중 20분 이내에 이루어진 통행은 약 31%, 30분 이내에 이루어진 통행은 약 52%를 차지한다. 더 나아가, 그림 2의 누적 그래프를 통해 확인할 수 있듯이, 통행시간이 15분에서 20분 사이인 경우와 25분에서 30분 사이인 경우의 비율이 높은 것으로 나타났다. 이러

표 1. Community Detection을 통한 공간위계별 생활권 도출을 위한 통행특성별 OD자료 구축 기준
Table 1. Building standard of OD matrices by travel characteristics to designate living zones by spatial hierarchy using Community Detection

Type	Mode	Travel time	Definition
Small-sized living zones	walking, bicycle	≤10min.	Small-sized living zones by using travel networks for non-motorized mode and travel lesser than 10 minute
Middle-sized living zones	all	≤20min.	Middle-sized living zones by using travel networks for all types of mode and travel lesser than 20 minute
Large-sized living zones	all	≤30min.	Large-sized living zones by using travel networks for all types of mode and travel lesser than 30 minute
Regional living zones	all	total	Regional living zones by using travel networks for all types

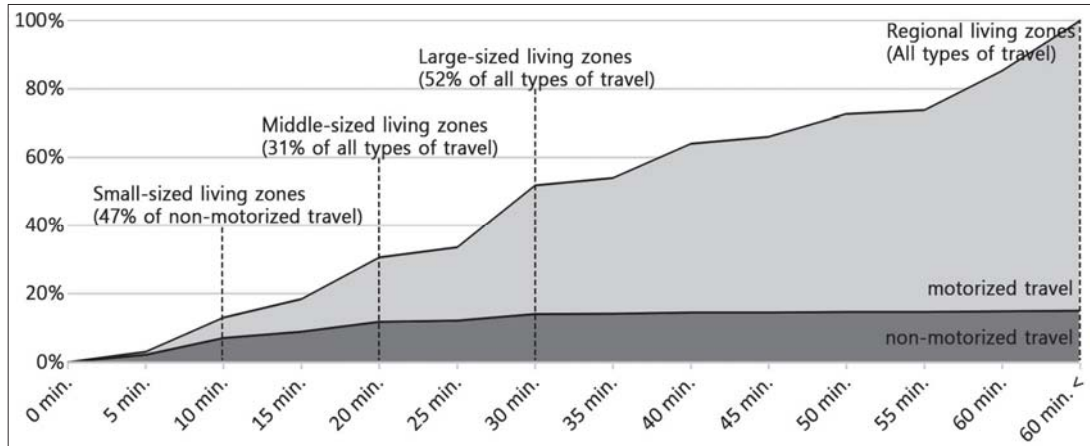


그림 2. 통근통행 이동시간별 누적그래프 및 생활권위계 설정 방법

(자료: 가구통행실태조사, 2010)

Figure 2. Accumulative graph for commuting trip by travel time and the designation method of living zones by its spatial hierarchy (Source: Household travel survey, 2010)

한 측면에서, 표 1과 같은 기준을 활용함으로써 공간위계에 따른 생활권을 도출할 수 있을 것으로 판단된다. 정리하자면, 중·대·광역생활권을 도출하는데 있어 반영되는 통행량이 각각 31%, 52%, 100%로 생활권의 위계가 도시민들의 통행분포에 따라 적정수준으로 도출될 것으로 판단된다.

둘째, 앞서 구축한 통행네트워크 자료를 대상으로 Community Detection 방법론을 적용함으로써, 각각의 경우에 대해 도출되는 생활권을 구분하였고, 추가적으로 통행특성별 OD에 따른 생활권 수, 모듈성(modularity)을 확인하였다. 모듈성(modularity)은 Community Detection이 어느 정도 효율적으로 이루어졌는지를 의미하는 지수이다.

셋째, 본 연구에서 도출된 공간위계별 생활권의 면적 및 인구수를 종합적으로 살펴봄으로써, 기존에 학계에서 제시하고 있는 생활권 계획의 기준과 비교하였다. 더 나아가서, Community Detection과 통행특성별 통행자료를 이용하여 도출한 생활권이 기존에 서울시에서 제시하고 있는 생활권 계획과 어느 정도 차이를 보이는지에 살펴보았다. 구체적으

로, 서울시 생활권 플랜에서 제시하고 있는 소생활권 구분 계획과 2020 서울도시기본계획의 생활권계획을 참고하여 본 연구의 결과와 비교하였다.

IV. 분석결과

1. 공간위계별 생활권 설정

본 연구에서는 통행특성에 근거하여 생활권의 위계를 소생활권, 중생활권, 대생활권, 광역생활권으로 유형화하였다. 각 통행특성별 자료에 Community Detection 기법을 적용한 결과는 표 2에 제시되어 있다. Community Detection 기법은 네트워크 구조에서 연계 정도가 높은 결절점을 추출하며, 최종적으로 Community 분류 결과, Community 수, 그리고 모듈성(modularity) 지표를 산출한다. 여기서 모듈성은 Community Detection이 어느 정도 효율적으로 시행되었는지를 의미하며, 0에서 1 사이의 값으로 높은 값을 가질수록 커뮤니티 내부의 연계성 및 커뮤니티 간 배타성이 높음을 의미한다.

표 2. Community Detection 분석결과
Table 2. Analysis result of community detection

Types of living zone	Number of community	Modularity
Small-sized	327	0.84
Middle-sized	110	0.79
Large-sized	43	0.70
Regional	25	0.42

분석과정에 이용한 통행특성별 OD자료는 1107 × 1107 형태의 네트워크 구조를 가지고 있으며, 표 2에 제시되어 있는 Community 수는 네트워크가 분할된 수를 의미한다. 구체적으로 살펴보면, 327개의 소생활권, 110개의 중생활권, 43개의 대생활권, 25개의 광역생활권이 도출되었다. 한편, 모듈성 지수에서 볼 수 있듯이, 생활권의 위계가 낮을수록 Community Detection 결과가 더 효율적임을 알 수 있다. 특히, 광역생활권의 경우, 모듈성 지수가 0.42로 다소 낮게 산출되었는데, 이는 분석을 통해 추출된 광역생활권 사이에 통행량이 높을 수 있고, 이에 따라 Community Detection 결과가 확정적이지는 않다는 것을 의미한다.

2. 공간위계별 생활권의 규모

앞선 분석과정을 통해 도출한 공간위계별 생활권의 수와 규모는 표 3에 제시되어 있다. 구체적으로, 시·도 지역에 따른 공간위계별 생활권의 면적과 인구수를 살펴보았다. 더 나아가, 공간위계별 생활권의 면적을 이용하여 생활권의 반경을 산출하였다.

우선, 도보 및 자전거를 이용한 10분 이내 통근 목적 통행 자료를 통해 도출한 소생활권은 수도권 기준을 기준으로 총 323개 지역이 파악되었다. 서울시의 경우, 소생활권의 평균면적이 약 7.60km²으로, 이에 해당하는 면적의 반경은 1.56km로 도출되었다. 그림 3의 경우, 송파, 강남, 광진, 성남 지역 일

대에서 설정된 소생활권을 나타내고 있으며, 적게는 2~3개의 행정동, 많게는 7~8개의 행정동이 하나의 소생활권을 구성하고 있는 것으로 볼 수 있다. 한편, 김찬동(2009)이 언급하였듯이, 통근통행의 측면에서 생활권을 파악할 경우, 서울시와 경계를 같이 하는 주변지역과 하나의 생활권으로 파악될 수 있는 것으로 나타났다. 그림 3에서 볼 수 있듯이, 송파구 문정동과 장지동은 성남시 위례지역과 소생활권을 구성하는 것으로 나타났다.

그림 4는 서울시에서 최근 구상한 소생활권 계획으로, 동남권 일부지역에 대한 예시이다. 서울시는 전문가, 공공, 시민참여단과 협력하여, 일상적인 활동이 이루어지는 지역을 기반으로 서울시에 총 100여개 소생활권을 구상하였다. 본 연구에서 도출한 소생활권은 도시민들의 통근행태를 바탕으로 구축된 것으로 서울시에서 구상한 소생활권과의 직접적인 비교는 무리가 있다. 한편, 서울시에서 구상한 소생활권은 지역의 일상활동을 고려하기는 하였지만 그 방법이 주관적일뿐만 아니라, 행정편의상 하나의 생활권이 하나의 자치구에만 속하도록 한 반면, 본 연구는 통근행태에서 나타나는 행정동 단위 지역의 연계성을 바탕으로 상대적으로 객관적인 Community Detection 분석방법을 이용하여 도출하였다. 두 가지 측면에서 도출된 소생활권을 동남권 지역을 중심으로 살펴본 내용은 아래와 같다.

첫째, 본 연구에서 도출한 소생활권과 서울시에서 구상한 소생활권은 그 규모의 측면에서 다소 차이를 보였다. 가령, 본 연구에서 도출한 ‘잠실/석촌/삼전’ 생활권의 경우, 서울시에서는 ‘잠실’과 ‘삼전/석촌/가락’ 생활권으로 나누어 구상하였다(그림 3과 4, 지역 1-1 참고). 또한, 광진구의 ‘자양/화양/군자’ 생활권은 서울시의 소생활권 계획에 따르면 ‘자양’과 ‘군자/화양’ 생활권으로 구분된 것을 볼 수 있다(그림 3과 4, 지역 1-2 참고). 이러한 결과는 서울시의 소생활권 경계 설정이 인구나 행정동의

표 3. 시도 및 공간위계별 생활권 규모

Table 3. Size of living zones by city/region and spatial hierarchy

City/ Region	Types of living zone ¹⁾	N	Radius (m)	Area(km ²)			Population(100)		
				Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
Seoul	Small-sized	86	1.555	7.599	2.147	21.240	1,070	376	2,161
	Middle-sized	21	3.033	28.904	5.685	43.846	4,664	1,061	9,209
	Large-sized	10	4.556	65.209	17.939	145.469	9,156	4,031	16,124
	Regional	1	20.162	1277.069	1277.069	1277.069	109,591	109,591	109,591
Gyeonggi	Small-sized	218	3.578	40.210	6.332	97.070	498	35	1,909
	Middle-sized	36	9.537	285.762	35.391	524.765	3,161	337	9,467
	Large-sized	25	11.143	390.081	53.811	833.496	4,909	412	13,458
	Regional	18	13.930	609.646	53.811	1277.069	11,765	412	109,591
Incheon	Small-sized	38	3.015	28.553	4.392	78.169	550	15	1,657
	Middle-sized	15	4.972	77.690	8.779	174.609	1,775	15	8,695
	Large-sized	12	6.193	120.495	8.779	456.308	2,406	15	24,683
	Regional	8	9.697	295.403	8.779	1277.069	17,024	15	109,591
Total	Small-sized	323	3.053	29.280	2.147	78.169	600	15	2,161
	Middle-sized	69	7.459	174.779	5.685	468.436	1,629	15	13,722
	Large-sized	44	9.340	274.086	8.779	833.496	5,417	15	24,683
	Regional	25	12.392	482.391	8.779	1277.069	9,535	15	109,591

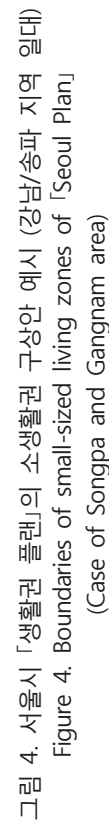
1) Peripheral areas were all considered when the living zones are located in the boundaries of city or region.

수를 고려하였다는 장점이 있으나 실제 생활하고 있는 시민들의 통행특성을 구체적으로 고려하는데 한계점을 가지고 있음을 의미한다.

둘째, 본 연구에서는 자치구 또는 시·도 경계로부터 자유롭게 생활권을 도출하였기 때문에 서울시의 생활권 구상과는 다소 차이를 보였다. 예를 들어, 본 연구에 따르면 강동구 성내동이 송파구 잠실 및 풍납 지역과 하나의 생활권을 이루는 것으로 나타난 반면, 서울시의 생활권계획에서는 강동구 천호동 지역과 하나의 생활권으로 구분되었다(그림 3과 4, 지역 2-1 참고). 또한, 위례신도시 지역은 본 연구의 결과에서는 송파구 문정, 장지동과 함께 하나의 생활권으로 구분된 반면, 서울시의 계획에서는 배재된 채 생활권 구상이 이루어졌다(그림 3과 4,

지역 2-2 참고). 기존에는 행정편의상, 자치구 또는 시·도 경계가 생활권계획의 경계가 되어왔지만, 통행의 연계성 측면에서는 그 경계가 의미하는 바가 낮다고 볼 수 있다. 이러한 부분은 향후 생활권계획을 수립하는 데 있어서 자치구 또는 시·도 지역 간의 연계 및 협력이 중요하다는 점을 시사한다.

마지막으로, 강남구 일부 지역에서 볼 수 있듯이, 통행의 연계성을 바탕으로 도출한 생활권 구분과 서울시에서 구상한 계획이 다소 차이가 있는 것으로 나타났다(그림 3과 4, 지역 3 참고). 서울시의 경우, 지역전문가의 의견을 수렴해 생활권을 구상하였다는 점에서 의의가 있지만, 본 연구의 결과에 따르면 도시민들의 실제 생활환경 및 지역 간 연계 성과는 차이가 있는 것으로 생각해볼 수 있다.



한편, 전체 통행수단을 이용한 20분 이내 통근목적 통행 자료를 이용하여 중생활권을 도출한 결과, 수도권 전체적으로는 총 69개의 중생활권이 도출되었다. 이를 통해, 4~5개 정도의 소생활권이 하나의 중생활권을 이루고 있는 것으로 생각해볼 수 있다. 서울시의 경우, 총 21개의 중생활권이 도출되었으며, 이들 생활권의 평균 면적은 약 28.90km², 평균 반경은 약 3.0km인 것으로 파악되었다.

대생활권의 경우, 전체통행수단으로 30분 이내에 이루어진 통근목적의 통행을 대상으로 Community Detection 기법을 이용함으로써 도출하였다. 수도권 전체적으로는 총 44개의 대생활권이 도출되었으며, 서울시의 경우 총 10개의 대생활권이 확인되었다. 대생활권의 평균면적은 시·도 지역에 따라 큰 차이를 보였으며, 대생활권 지역의 반경은, 평균적으로 4.6km에서 11.1km인 것으로 파악되었다.

그림 5에서는 서울시 및 주변지역에서 도출한 대생활권을 나타내고 있다. 우선, 본 연구에서 서울시를 대상으로 도출한 대생활권은 총 9개이다. 한강 이남의 경우, 총 5개의 권역이 도출되었으며, 한강 이북의 경우에는 총 4개의 권역이 파악되었다. 우선, 한강 이남 지역을 보게 되면, 영등포·구로·금천 지역은 경기도 광명시와 하나의 생활권을 이루고 있는 것으로 나타났다. 또한, 관악구의 경우, 경기도 평촌·과천·군포와 하나의 대생활권을 구성하는 것으로 파악되었다. 다음으로, 한강 이북의 경우, 기존의 도심생활권이 용산·서대문·마포 등의 자치구와 대생활권을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 더 나아가, 이 외에도 은평, 강북·도봉·노원, 광진·성동·종로 지역이 이루고 있는 대생활권이 추가적으로 파악되었으며, 일부 지역에서는 하나의 자치구 내에서도 다른 대생활권에 속해 있는 경우가 있는 것으로 확인되었다. 실제로 성북구의 경우, 대부분의 지역이 도심지역과 더 높은 통행의 연계성이 있는 것으로 파악되었다.

그림 6은 2020 서울도시기본계획에서 제시하고 있는 중생활권 계획이다. 최근 2030 도시기본계획에서는 5개 대생활권에 대한 내용만을 다루고 있지만, 본 연구에서 도출한 대생활권은 2020 서울도시기본계획의 중생활권 계획과 유사하다고 볼 수 있다 (그림 5, 6 참고). 그림 5와 6을 비교해보면, 한강 이남 지역에서는 유사하다는 것을 알 수 있다. 다만, 본 연구에서 도출한 대생활권 계획의 경우, 서남3생활권에 속한 동작구의 일부는 서남2생활권 지역 및 동남1생활권 지역으로 나누어 속하는 것으로 파악되었다. 또한, 2020 서울도시기본계획에서 서남3생활권으로 분류되어 있는 관악구는 서울외곽지역과 하나의 생활권을 이루는 것으로 도출되었다.

한강 이북 지역을 중심으로 그림 5와 6을 비교해보면 알 수 있듯이, 본 연구에서 도출한 대생활권은 2020 서울도시기본계획에서 제시한 동북1, 2 생활권과 유사함을 알 수 있다. 다만, 일부지역은 도심지역과의 통행 연계성이 더 높을 것으로 파악되었다 (그림 5 참고). 한편, 2020 서울도시기본계획에서 제시한 서북생활권 중 서대문구와 마포구는 도심지역과 더 높은 통행 연계성이 있는 것으로 나타났다. 실제로, 도심권은 구시가지 및 역사문화자산의 특성에 따라 구분된 생활권으로 지역 간 통행의 연계성을 바탕으로 도출한 본 연구의 대생활권과 차이가 있을 수 있다. 또한, 은평구의 경우 통행의 연계성이 내부적으로 높아 하나의 닫힌 계(system)를 구성하고 있는 것으로 파악되었다. 이처럼, 통행의 연계성에 근거해 도출한 대생활권은 도시기본계획의 구상과 유사한 점도 있는 반면, 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

마지막으로, 전체통행수단의 통근목적 통행자료를 이용해 Community Detection을 실시한 결과, 수도권 전체적으로 총 25개의 광역생활권이 확인되었다(그림 7 참조). 서울시의 경우, 남양주 지역과 함께 하나의 생활권을 이루고 있는 것으로 파악되

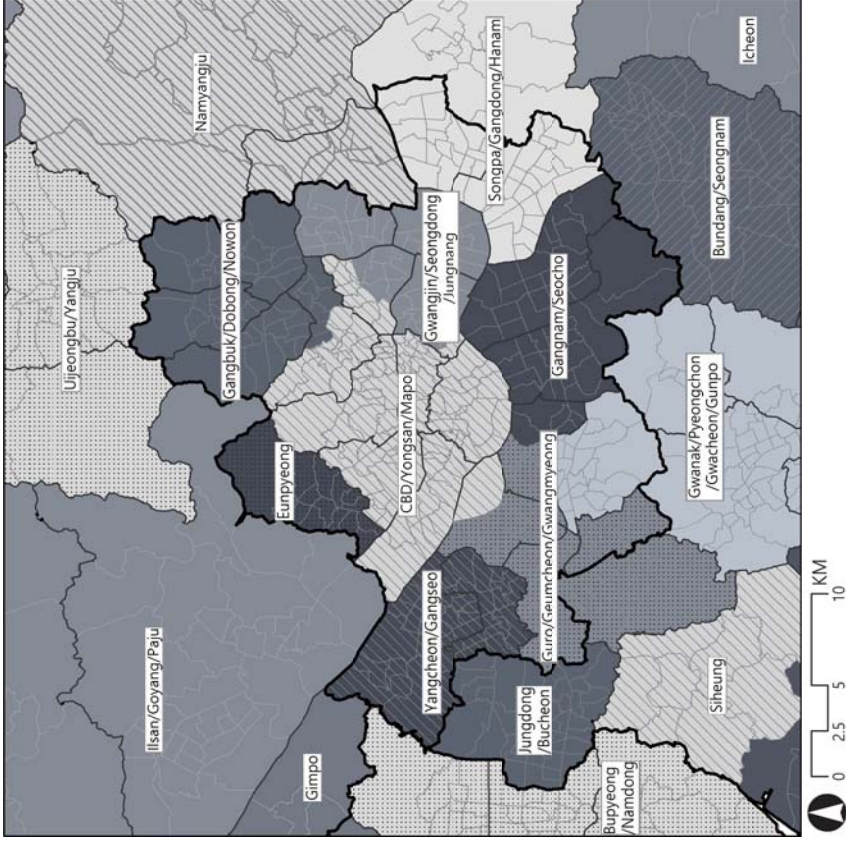


그림 5. Community Detection에 의한 대생활권 도출 예시 (서울특별시 일대)
Figure 5. Boundaries of large-sized living zones by Community Detection
(Case of Seoul metropolitan area)

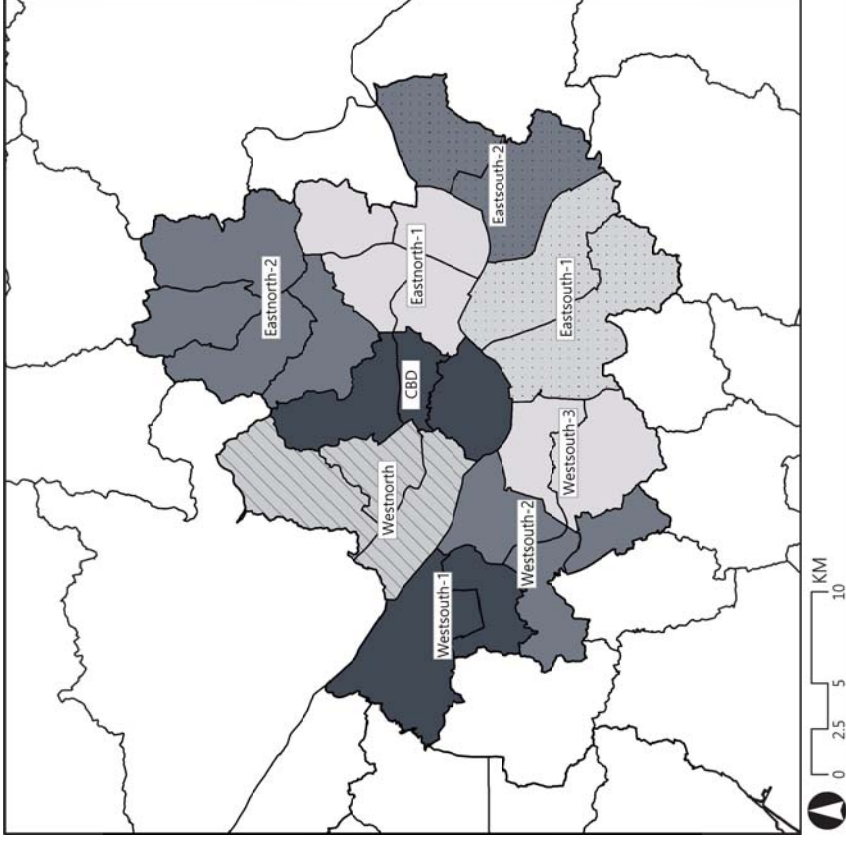


그림 6. 「2020 서울도시기본계획」의 중·대생활권 계획 (서울특별시 사례)
Figure 6. Boundaries of middle- and large-sized living zones of
「2020 Seoul Plan」 (Case of Seoul city area)

었으며, 인천광역시의 경우, 부천시와 하나의 광역 생활권을 형성하는 것으로 확인되었다. 더 나아가, 그림 7을 통해 알 수 있듯이, 대부분의 광역생활권은 두 개 이상의 시군구 지역으로 구성되어 있는 것으로 확인되었다. 한편, 광역생활권은 전체적으로 시·도 또는 시군구 경계에 따라 형성되어 있는 것으로 나타났지만, 일부지역의 경우, 하나의 시군구

지역이 2~3개의 광역생활권으로 나누어지는 것으로 확인되었다. 그림 7의 ①번 지역인 남양주시는 서울지역과 포천시가 이루고 있는 광역생활권으로 나누어졌으며, ②번 지역인 용인시는 3개의 다른 광역생활권으로 구분되는 것으로 파악되었다. ③번 지역과 ④번 지역에 해당하는 안성시와 양평군의 경우 또한, 2개의 다른 광역생활권으로 나누어지는

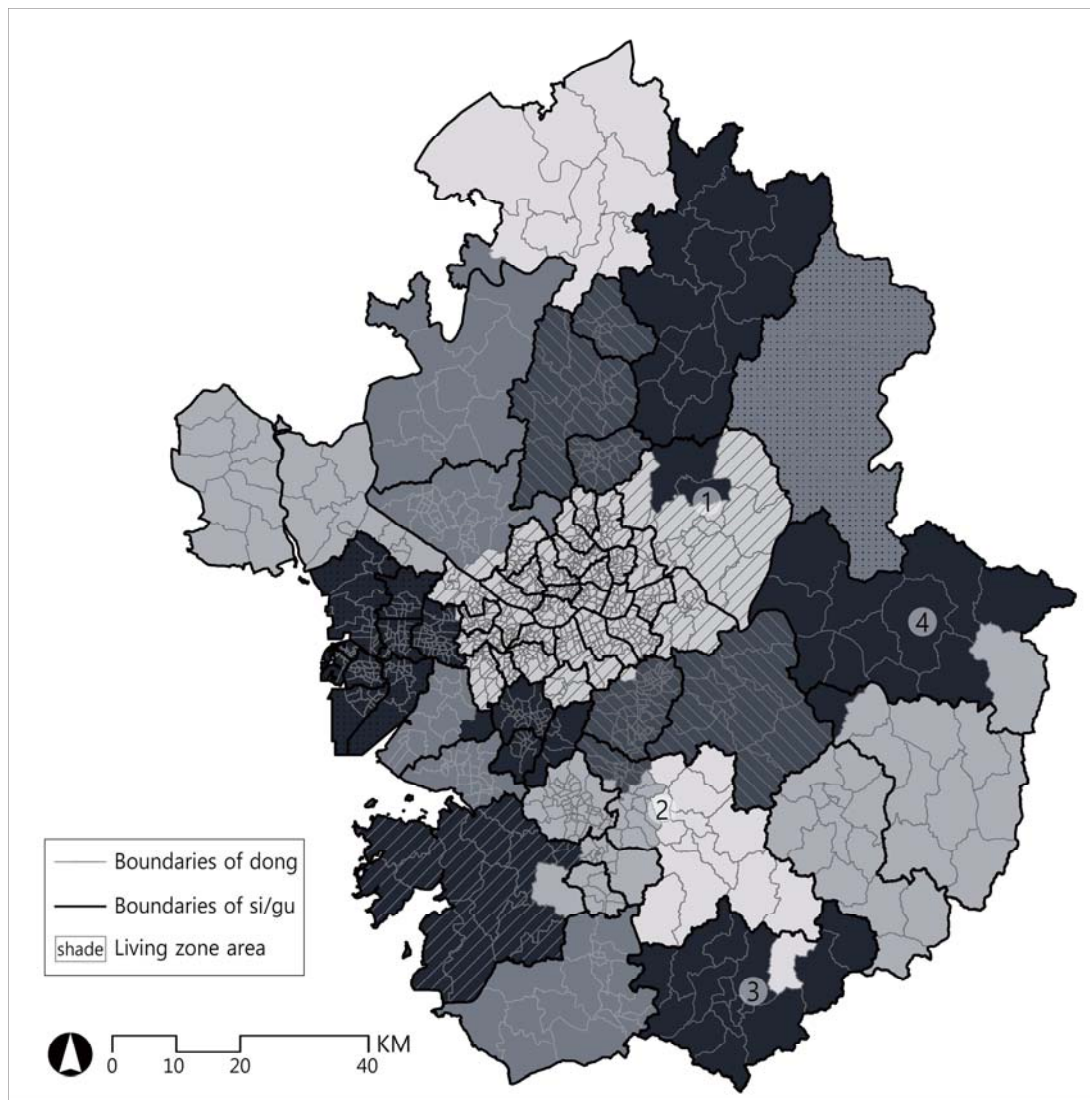


그림 7. 수도권 광역생활권 도출 예시

Figure 7. Boundaries for regional living zones by Community Detection (Seoul metropolitan area)

것으로 나타났다.

한편, 앞서 제시되어 있는 표 3에서 볼 수 있듯이, 공간위계별 생활권의 면적은 시·도 지역에 따라서 편차를 보였으며, 특히 인구규모 측면에서는 최솟값과 최댓값의 차이가 많이 나는 것을 확인할 수 있다. 이는 본 연구에서 활용한 분석의 공간단위가 읍면동 지역으로, 공간단위의 규모가 시·도 지역에 따라 차이가 많이 나기 때문인 것으로 생각해 볼 수 있으며, 특히 경기도 및 인천광역시 일부 지역의 읍면동 지역은 면적이 높은 반면 인구가 상당히 적기 때문인 것으로 설명할 수 있다.

V. 결론

본 연구는 수도권을 대상으로 2010년 가구통행 실태조사자료의 통행특성별 OD자료를 바탕으로, 도시민들의 실제 생활반경에 근거하여 생활권을 공간위계에 따라 설정하였다. 이를 위해, 사회네트워크 분석방법 중 하나인 Community Detection 방법론을 활용하였다. 이 연구는 도시민들의 통행행태 측면에서 객관적인 생활권 구분 방법을 제시하였으며, 연구의 주요결과 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 서울시 내에서 파악한 공간위계별 생활권은 기존의 생활권 구분 방식과 어느 정도 일치하는 것으로 확인되었다. 실제로, 분석된 공간위계별 생활권의 평균반경을 살펴보면, 소생활권은 1.6km, 중생활권은 3.0km, 대생활권은 4.6km로 파악되었다. 더 나아가, 서울시의 경우, 남양주 및 주변 일부지역과 함께 하나의 광역생활권을 형성하고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 공간위계별 생활권을 도출한 결과, 자치구 및 시·도 공간단위의 경계에서 주변지역과 생활권을 이루는 경우가 있는 것으로 파악되었다. 이는 생활권 계획을 수립하는데 있어서, 행정구역 경계인

자치구 또는 시·도 지역 내에 한정할 수밖에 없는 현실적인 문제가 있지만, 생활권이 행정구역 경계를 넘어서 형성되어 있는 경우 주변지역과 연계하여 종합적으로 고려할 필요가 있음을 시사한다.

마지막으로, 전체 통근목적 통행에 대하여 Community Detection을 적용함으로써 광역생활권을 도출한 결과, 수도권 전체적으로 25개의 생활권이 확인되었다. 분석된 광역생활권의 경계는 수도권 내 시군구의 경계와 부분적으로 일치하였으나, 일부 지역에서는 하나의 시군구 지역이 2~3개의 광역생활권으로 나누어지는 것으로 나타났다. 이는 기존의 행정구역이 도시의 광역 생활권 및 도시민들의 일상생활 반경과 차이가 있음을 의미한다. 따라서 광역생활권의 경계는 향후 행정경계를 넘어서는 지역계획(regional planning)을 수립하는데 있어 중요한 기초를 제공할 수 있다.

다음으로 본 연구에서 활용한 분석방법론과 이를 통해 도출한 결과물은 아래와 같은 측면에서 활용 가능성을 갖는다. 첫째, 본 연구에서 활용한 분석방법론인 Community Detection의 경우, 다른 광역시 또는 지자체 수준의 통행자료를 이용해 시행함으로써 실질적인 생활반경의 측면에서 생활권을 구상하는데 기여할 수 있다. 더 나아가, 최근 활용가능성이 높아지고 있는 스마트카드 자료를 이용함으로써 생활권의 변화를 살펴볼 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 본 연구는 객관적으로 생활권을 도출하였다는 점에서 시민들이 일상생활에서 이용하는 주요 공공 및 편익시설 배치의 근거자료로 활용될 수 있다. 실제로, 자의적으로 수립된 생활권 계획은 공공 시설이나 편익시설 배치, 그리고 토지의 용도배분 측면에서 비효율성을 초래할 수 있다. 이러한 측면에서, 본 연구의 결과물은 객관적인 정보를 제공하고, 이를 통해 도시민들의 실제 생활반경에 기반하여 합리적인 시설배치 및 토지이용계획을 수립하는데 기여할 수 있다.

셋째, 본 연구에서 도출한 생활권은 도시민들 통행의 연계성이 높은 지역에 근거하였다는 점에서 효과적인 교통시설 공급에 기여할 수 있다. 실제로, 서울시에서는 지난 2015년 '10개년 도시철도망 구축계획'과 '도시교통정비 기본계획'을 수립하여 효과적인 노선공급, 노면전차 등 신교통수단 도입을 추진하고 있다. 본 연구에서 도출한 생활권은 도시민들의 통행연계성을 공간적으로 확인하는데 기여할 수 있으며, 이를 바탕으로 효과적인 대중교통노선 공급 및 개선의 근거자료로 활용할 수 있다.

본 연구는 도시민들의 통행행태를 바탕으로 객관적인 분석방법을 이용해 다양한 공간위계의 생활권 계획을 수립하는데 기여하였다. 더 나아가, 객관적인 틀 하에 수립된 생활권 계획은 향후 각종 지자체에서 생활권 또는 지역 간 연계정도에 따라 시행하는 주거지정비계획, 도시재생 정책의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에서는 생활권 구분에서 중요한 기준이 되는 인구 및 면적 규모, 토지이용 및 주택특성 등의 요인을 통행특성과 동시에 고려하지 못했다는 한계를 가진다. 본 연구는 통근목적의 통행에 집중하였으며, 향후 연구로 통근특성과 인구규모 그리고 행정경계를 동시에 고려할 수 있는 생활권 설정연구가 이루어질 필요가 있다. 그리고 통근통행 측면 뿐만 아니라 쇼핑 및 여가 목적통행 측면에서의 생활권을 살펴볼 수 있다. 그리고 본 연구에서 도출한 생활권은 통행시간에 초점을 두어 분석하였기 때문에, 지역별 교통인프라 여건에 따라 생활권의 범위가 달라질 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라, 지역별 교통인프라의 수준과 Community Detection을 이용하여 도출한 생활권을 비교하는 연구도 향후 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

References

1. 권용우, 2000. "수도권 통근권역의 공간적 범위, 1995~1997", 「한국도시지리학회지」, 3(1): 103-113.
Kwon, Y., 2000. "Spatial Commuting Field in the Seoul Metropolitan Region, 1995-1997", *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 3(1): 103-113.
2. 김재홍, 2011. "생활권·경제권 불일치 지역의 시·도 간 행정구역개편에 관한 연구: 부산·경남 경계지역을 중심으로", 「한국행정논집」, 23(4): 1305-1327.
Kim, J. H., 2011. "A Study on the Revision of Administrative Districts with Spatial Mismatches in Terms of Living and Economic Sphere: Focusing on the Municipalities Located on the Busan and Gyeongnam Boundary", *Korean Public Administration Quarterly*, 23(4): 1305-1327.
3. 김찬동, 2009. "서울시 자치구 행정구역 개편방안 - 생활권을 중심으로", 「SDI정책리포트」, 47: 1-19.
Kim, C. D., 2009. "A Study on the Reform of Administrative Districts of Seoul - Focused on the Living Spheres", *SDI Policy Report*, 47: 1-19.
4. 노승철·심재현·이희연, 2012. "지역 간 기능적 연계성에 기초한 도시권 설정 방법론 연구", 「한국도시지리학회지」, 15(3): 23-43.
Noh, S. C., Sim, J. H. and Lee, H. Y., 2012. "A Study on the Delimitation of City-Regions based on Inter-Regional Functional Linkages in Korea", *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 15(3): 23-43.
5. 대한민국토·도시계획학회, 2014. 「단지계획」, 서울: 보성각.
Korea Planners Association, 2014. *Site Planning*, Seoul: Boseongkag.
6. 박종순·신우화·류형철, 2011. "GIS를 활용한 생활권 설정에 관한 연구: 대구광역시 달성군의 사례를 중심으로", 「도시행정학보」, 24(2): 69-84.

- Park, J. S., Shin, W. H. and Ryu, H. C., 2011. "Determining Neighborhoods Based on Accessibility by use of GIS: A Case Study on Dalseung-Gun of Daegu City in South Korea", *The Journal of the Korean Urban Administration Association*, 24(2): 69-84.
7. 서울특별시, 2016. 「SEOUL 생활권 Plan」, 2016.03.13읽음. <http://planning.seoul.go.kr>
- Seoul Metropolitan Government, 2016. *SEOUL Living Zone Plan*, Accessed on March, 13, 2016. <http://planning.seoul.go.kr>
8. 서울특별시, 2006. 「2020 서울도시기본계획」, 서울. Seoul Metropolitan Government, 2006. *2020 Seoul Master Plan*, Seoul.
9. 오병록, 2012. "생활권 이론과 생활권계획 실태 분석 연구: 도시기본계획에서의 생활권계획을 중심으로", 「서울도시연구」, 13(4): 1-20.
- Oh, P. R., 2012. "A Study on the Neighborhood Unit Theory and the Actual Condition Analysis of the Neighborhood Unit Plan: Focused on the Neighborhood Unit Plan in Urban Master Plans", *Seoul Studies*, 13(4): 1-20.
10. 오병록, 2014a. "가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구 - 서울시를 중심으로", 「서울도시연구」, 15(3): 1-18.
- Oh, P. R., 2014. "A Study on Travel Characteristics and the Establishment of Criterion for the Size of the Neighborhood Unit by Using the Data of Household Travel Diary Survey in Seoul", *Seoul Studies*, 15(3): 1-18.
11. 오병록, 2014b. "경기도에서 통행거리 및 통행특성 분석과 지역 중심의 생활권 설정", 「GRI 연구논총」, 16(3): 125-150.
- Oh, P. R., 2014b. "Analysis of Travel Distance and Characteristics and Establishment the Neighborhood Unit by Using the Data of Household Travel Diary Survey in Gyeonggi", *GRI Review*, 16(3): 125-150.
12. 이대일·장한두, 2013. "GIS를 이용한 자가 및 생활중심시설 분석을 통한 생활권 중심과 범위 설정에 관한 연구 - 전주시를 대상으로", 「대한건축학회 논문집: 계획계」, 29(3): 71-81.
- Lee, D. I. and Jang, H. D., 2013. "Quantitative Analysis of Urban District Centers and Community Spheres Using GIS, A Case Study in Jeonju City - Focused on Analyzing Land Prices and Major Facilities of Communities", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 29(3): 71-81.
13. 이종화·구자훈, 2009. "생활권 개념의 변화에 따른 주거지 계획의 시기별 특성 변화", 「한국주거학회 논문집」, 20(4): 79-88.
- Yi, J. H. and Koo, J. H., 2009. "An Analysis of the Characteristics of the Transition Trend of the Multi-family Housing Theory by Planning Community Units-Focused on the New Town Planning in Korea", *Journal of the Korean Housing Association*, 20(4): 79-88.
14. 전경구, 2000. "광역도시권 설정방법에 관한 연구", 「한국지역개발학회지」, 12(1): 111-131.
- Chun, K. K., 2000. "The Methods of Regionalization of the Metropolitan Area for Metropolitan Planning", *Journal of the Korean Regional Development Association*, 12(1): 111-131.
15. 정윤영·문태현, 2014. "유동인구 자료를 이용한 서울시 도시공간구조 분석 연구 - 2030 서울플랜과 비교연구", 「한국지역개발학회지」, 26(3): 139-158.
- Jeong, Y. Y. and Moon, T. H., 2014. "Analysis of Seoul Urban Spatial Structure Using Pedestrian Flow Data-Comparative Study with '2030 Seoul Plan'", *Journal of the Korean Regional Development Association*, 26(3): 139-158.
16. 정창호·이태곤·안재락, 2014. "지역 간 통행에 따른 생활권 설정에 관한 연구: 부산·울산·경남지역을 중심으로", 「한국주거환경학회논문집」, 12(3): 363-373.
- Jung, C. H., Lee, T. G. and Ahn, J. R., 2014. "A Study on the Regional Settlement Areas by

- Intercity Travel - The Focus on Busan, Ulsan, Gyeongnam”, *Journal of the Residential Environment Institute of Korea*, 12(3): 363-373.
17. 정태순·유완, 1988. “군집분석을 이용한 서울시 생활권 설정”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집-계획계, 전북대학교: 전주.
Jung, T. S. and Yu, W., 1988. “Clustering the Neighborhoods in Seoul”, Paper presented at Conference in Architectural Institute of Korea, Chonbuk National University: Jeonju.
 18. 최정민·양재섭·김창기, 2006. “서울시 생활권계획의 운영실태와 개선방향에 관한 연구: 도쿄도와의 비교를 중심으로”, 『서울도시연구』, 7(3): 31-50.
Choi, J. M., Yang, J. S. and Kim, C. G., 2006. “A Study on the Management and Improvement of Sub-Regional Plan in Seoul - A Comparison with Tokyo”, *Seoul Studies*, 7(3): 31-50.
 19. 한치근·조무형, 2012. “대규모 네트워크에서 Modularity를 이용한 향상된 커뮤니티 추출 알고리즘”, 『인터넷정보학회논문지』, 13(3): 75-82.
Han, C. G. and Jo, M. H., 2012. “An Enhanced Community Detection Algorithm Using Modularity in Large Networks”, *Journal of Korean Society for Internet Information*, 13(3): 75-82.
 20. Brin, S. and Page, L., 2012. “Reprint of: The Anatomy of a Large-scale Hypertextual Web Search Engine”, *Computer Networks*, 56(18): 3825-3833.
 21. Eagle, N., Pentland, A. S. and Lazer, D., 2009. “Inferring Friendship Network Structure by using Mobile Phone Data”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36): 15274-15278.
 22. Greene, R. and Pick, J., 2006. Exploring the Urban Community: A GIS Approach, Upper Saddle River: Prentice Hall.
 23. Guimera, R., Mossa, S., Turtleschi, A. and Amaral, L. A., 2005. “The Worldwide Air Transportation Network: Anomalous Centrality, Community Structure, and Cities' Global Roles”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(22), 7794-7799.
 24. Lancichinetti, A. and Fortunato, S., 2009, “Community Detection Algorithms: A Comparative Analysis”, *Physical Review E* 80(5): 056117.
 25. Newman, M. E., 2006, “Modularity and Community Structure in Networks”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(23): 8577-8582.
 26. Newman, M. E. and Girvan, M., 2004, “Finding and Evaluating Community Structure in Networks”, *Physical Review E*, 69(2): 026113.
 27. Rinzivillo, S., Mainardi, S., Pezzoni, F., Coscia, M., Pedreschi, D. and Giannotti, F., 2012, “Discovering the Geographical Borders of Human Mobility”, *KI-Künstliche Intelligenz*, 26(3): 253-260.
 28. Rosvall, M. and Bergstrom, C. T., 2008, “Maps of Random Walks on Complex Networks Reveal Community Structure”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(4), 1118-1123.
 29. Zhong, C., Arisona, S. M., Huang, X., Batty, M. and Schmitt, G., 2014, “Detecting the Dynamics of Urban Structure through Spatial Network Analysis”, *International Journal of Geographical Information Science*, 28(11): 2178-2199.

Date Received 2016-04-16
 Reviewed(1st) 2016-05-17
 Date Revised 2016-08-14
 Reviewed(2nd) 2016-09-02
 Date Accepted 2016-09-02
 Final Received 2016-11-14