

## Urban Network Analysis를 이용한 문화시설의 접근성 분석

박태선\* · 이미영\*\*

Park, Tae-Sun\*, Lee, Mee-Young\*\*

### Accessibility Measure of Cultural Facilities Using Urban Network Analysis

#### ABSTRACT

Investments into existing cultural facilities are determined based on administrative district-based indices like population and area. Such macro judgment indices, however, fail to consider accessibility of cultural facilities from neighboring administrative districts and thus create problems including wasted budgets and duplicated investments. More recently, the government has made it a goal to increase the level of citizen awareness of these facilities, but achieving this requires the integration of neighboring administrative districts such that characteristics including transportation network and buildings are reflected in a comprehensive manner. This research therefore looks into Urban Network Analysis (UNA) as a means to investigate accessibility of cultural facilities. Use of UNA will make it possible to analyze the transportation network as well as building distribution, explained by building density, settled population, and other important building factors, in tandem, leading to the concentration of cultural facilities and the surrounding economic district being more properly reflected, and thus allowing for greater explanatory power in determining the level of accessibility. To test this, four target research districts were chosen from within the Gyeonggi Province and analyzed in terms of the accessibility of their everyday cultural facilities. Of the four districts of Gunpo, Anyang, Uiwang, and Gwacheon, accessibility of the first two districts, was found to be high, while accessibility was found to be relatively low for the latter two districts. This finding indicates that cultural facilities investments should be concentrated in the districts of Gunpo and Anyang.

**Key words** : Integrated accessibility, Urban network analysis, Cultural facilities, Service areas

#### 초록

기존 문화시설 투자는 인구 및 면적과 같은 행정구역 기반의 지표를 근거로 결정되었다. 거시적 판단지표는 인접한 행정구역의 문화시설에 대한 접근성을 고려하지 않아 이용률 측면에서 예산낭비 및 중복투자의 문제를 발생시켰다. 최근 정부는 문화시설 이용에 대한 실질적인 시민 체감도를 높이고자 한다. 이를 위해서는 인접 행정구역을 통합하여 교통망과 건물 등의 특성을 종합적으로 반영하는 방안이 요구된다. 이 연구는 UNA (Urban Network Analysis) 기법을 활용하여 문화시설 접근성을 분석한다. UNA는 교통망과 함께 건물분포를 나타내는 건물의 부피, 상주인구, 기타 건물의 중요요소를 반영하여 분석가능하다. 따라서 인접 경계지역과 통합한 문화시설의 집중도를 반영한 접근가능성에 대하여 보다 유의있는 설명이 가능하다. 연구 대상지역으로서 경기도내 4개 인접도시인 과천, 안양, 의왕, 군포시에 대하여 일상문화시설의 접근성을 분석하였다. 군포, 안양은 접근성이 높게 나타난 반면 의왕, 과천은 상대적으로 낮게 나타났다. 일상문화시설에 대한 투자는 군포, 안양에 집중하는 것이 타당하다는 결론이다.

**검색어** : 접근성, 네트워크 분석, 문화시설, 서비스권역

\* 국토연구원 연구위원 (Korea Research Institute for Human Settlements · [tspark@krihs.re.kr](mailto:tspark@krihs.re.kr))

\*\* 정회원 · 교신저자 · 국토연구원 책임연구원 (Corresponding Author · Korea Research Institute for Human Settlements · [mylee@krihs.re.kr](mailto:mylee@krihs.re.kr))

Received February 11, 2015/ revised February 23, 2015/ accepted February 26, 2015

## 1. 서론

### 1.1 연구목적 및 배경

21세기는 생명존중, 인간과 자연의 공존이 중요한 시기로 인식되고 있다. 최근 국민 개인의 행복과 문화 활성화의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 정부는 2013년 12월 문화기본법과 2014년 1월 지역문화진흥법을 제정했다. 지역발전정책에 문화생활을 포함한 지역행복생활권을 설정하여 추진 중이다. 정부의 정책관심이 행복한 생활문화공간 조성, 문화참여기회 확대, 문화격차 해소를 실현하는 방향으로 나아가고 있다. 이제 주민이 생활권을 중심으로 문화시설을 이용할 수 있다는 것은 중요한 의미를 갖는다.

그러나 시민이 실질적으로 체험하는 문화시설 접근성에 대해서는 지역적으로 불균등하게 분포되어 있다. 기존 문화시설 입지 및 이용실태조사자료 등에 의하면 “문화시설이 지역에 균등하게 분포되지 않고 일부 지역에 밀집되거나 도시와 농촌지역, 수도권과 비수도권에 따라 다른 입지현황”을 보이고 있는 것으로 나타난다. 생활공간상의 기반시설인 문화시설이 실제로 주민이 인식하는 경험과는 다르게 정부의 투자가 진행되고 있다는 해석이다. 따라서 이용자의 지리적 및 상대적 문화시설 접근성에 따른 문화시설 이용을 고려한 생활권 문화시설로서의 투자로 개선될 필요가 있다.

문화시설 불균형의 뒷면에는 정부의 문화시설 투자가 행정구역 기반의 거시적인 접근성 지표로서 결정된다는 측면이 존재한다. 기존의 문화시설에 대한 접근성 지표는 GIS와 같은 분석도구를 이용하여 영향권, 인구, 행정구역 면적 등 집계된 물리적 특성을 기반으로 산정된다. 따라서 사람들의 통행가능노선과 이용패턴을 현실적으로 반영하지 못하는 단점이 존재한다. 이러한 지표산정은 인접 행정구역에 존재하는 문화시설의 재투자자와 같은 예산 낭비문제를 발생시켰다. 특히 사람이 접근하기 어려운 지역에 투자하는 예산낭비의 문제도 함께 나타난다.

기존 거시적 지표분석에서 고려하지 못했던 부분은 도로망과 건물의 연계성, 건물의 상주인구, 층수와 같은 잠재이용의 가능성 등 건물단위의 미시적인 특성이다. 통행의 유발이 많은 지역의 행태는 일반적으로 도로망이 발달되어 있고, 건물의 층수와 같은 용적률이 높게 나타난다. 거시적 지표에 근거한 문화시설 투자는 사람의 행태를 적절하게 고려하지 못함으로써 비효율적인 투자문제를 연결된다.

UNA (Urban Network Analysis) 기법은 네트워크와 공간분석을 위해서 네트워크의 위상학적 개념을 기반으로 저항요소를 판단하므로 보다 인간 행태를 반영하는 분석도구이다. UNA는 특히 교통망 환경에 건물(빌딩) 요소를 추가적인 공간단위로 고려하여 분석에 적용한다. 특히 빌딩의 특징적 요소를 가중치로 적용하여 건물의 부피, 건물의 상주인구, 기타 빌딩에서 나타나는 중요요소를

공간분석에 반영이 가능하다. 이 분석을 이용하여 인접지역의 문화시설 이용에 대한 다면적인 분석도 가능하다.

이 연구는 문화시설의 영향권을 산정하기 위하여 접근성을 산출하는 방안으로서 UNA기법을 적용하여 분석하고 이에 대한 시사점을 제시하는 것이다. 인접지역에 대한 문화시설 영향권을 파악하기 위하여 서울시에 근접해 있으면서 생활권개념, 시가지연계, 광역교통체계를 동시에 접목할 수 있는 광역도시권 기능을 하는 사군지역(과천, 안양, 군포, 의왕)을 대상으로 문화시설의 통합적인 접근성을 파악한다. 분석결과를 통하여 인접지역 문화시설의 공동 이용 가능성에 대한 시사점을 제시한다.

### 1.2 연구방법

분석자료로는 문화시설자료와 건물 및 사회기반시설자료를 구축하였다. 우선 문화시설자료는 국가통계포털(KOSIS)를 바탕으로 연구지역의 시군구 단위자료를 기반으로 구축하였다. 분석자료의 기준년도는 2013년이며 부득이 2013년 자료가 없는 경우 가장 최근 자료를 구축하였다. 문화시설의 경우 지오코딩(Geocoding) 기법을 활용하여 주소나 지역에 대한 정보를 위치정보인 지리적 좌표로 변환하였다. 건물자료는 주거, 단지, 빌딩, POI (Point of interest) 관심지점의 주요 시설물 등을 좌표로 전자 수치지도에 표시하는 데이터)로 구분하여 주거와 단지를 합하여 주거단지지역을 생성했으며 빌딩과 POI를 통합하여 빌딩자료로 변환하였다. 도로자료는 국가교통DB센터에서 제공하는 도로중심선을 ESRI ArcGIS 10.1 소프트웨어를 사용하여 네트워크 데이터셋으로 변환 후 구축하였다.

연구방법은 네트워크 분석이론을 활용하였다. 네트워크 분석이란 서로 연관된 일련의 선형 형상물, 예를 들면 고속도로, 철도, 도로와 같은 교통망이나 하천 및 전기, 전화, 상하수도 등과 같은 관망의 연결성과 경로를 분석하는 것이다. 네트워크 분석은 크게 다섯 가지 기능으로 유형화할 수 있다. 첫째, 최단경로나 최소비용 경로를 찾는 경로 탐색(path finding) 기능, 둘째, 시설물을 적절한 위치에 할당하는 배분(allocation) 기능, 네트워크상에서 연결성을 추적하는 추적(tracing) 기능, 지역 간의 공간적 상호작용(spatial interaction), 그리고 수요에 맞추어 가장 효율적으로 재화나 서비스 시설을 입지시키는 입지-배분(location-allocation) 기능으로 구분할 수 있다.

UNA에서 접근성 측정의 기준이 되는 검색 반경의 기준을 어떻게 설정하느냐에 따라 각 문화시설에 대한 접근 정도가 상이하게 나타날 수 있다. 따라서 보다 신뢰성 있는 검색반경을 설정하기 위해 거리 및 시간에 따라 수요가 발생할 수 있는 서비스 권역을 산정하는 서비스 권역분석을 실시하였다. 분석 범위는 공간적으로 접근가능한 거리기준 600m, 1000m, 2000m로 설정하여 분석했다.

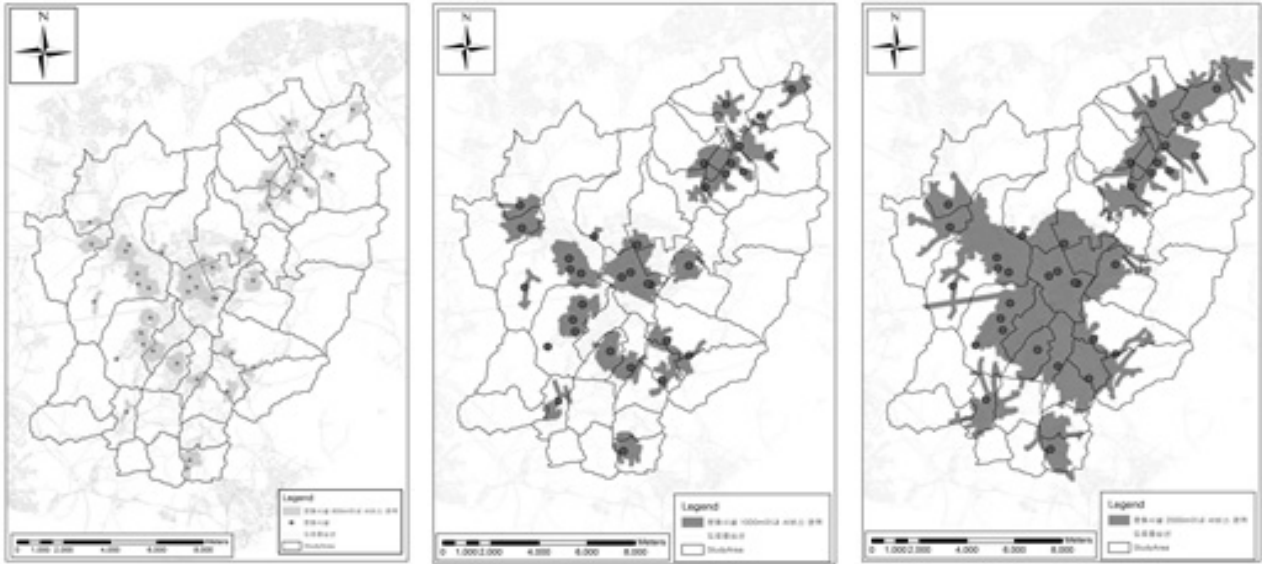


Fig. 1. Service Range 600m, 1000m, 2000m from Regional Cultural Facilities

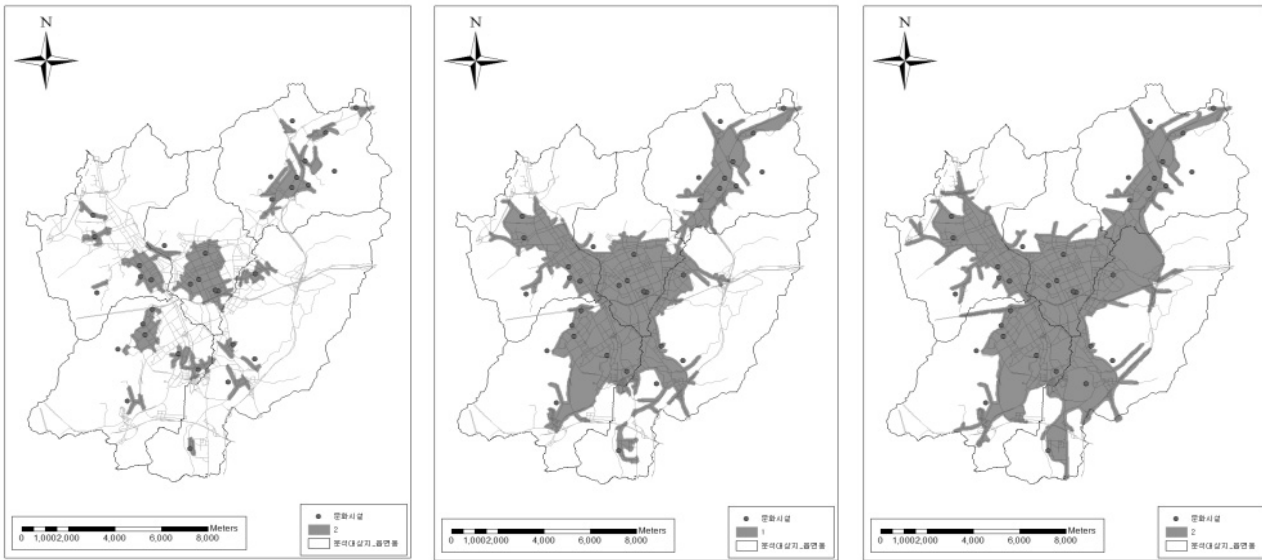


Fig. 2. Service Range 10minutes, 20minutes, 30minutes from Regional Cultural Facilities

며, 네트워크 거리와 속도를 바탕으로 시간기준을 산정한 후 10분, 20분, 30분으로 나누어 분석을 실시하였다.

각 문화시설로부터 600m, 1000m, 2000m 서비스 권역을 산정한 결과, 600m와 1000m에서 안양시와 군포시, 과천시, 과천시, 과천시는 비교적 쉽게 문화시설로 접근할 수 있지만 2000m 이내 문화서비스 권역에 상당부분 제외되어있는 의왕시는 문화시설로의 접근이 어려운 것으로 나타났다. 또한 도로의 최대속도와

도로길이를 바탕으로 시간당 서비스 권역을 산정하여 10분, 20분, 30분으로 서비스 권역을 달리한 결과 안양시, 군포시의 문화시설들은 상주인구와 업무지역에 대해 짧은 시간에 서비스권역을 접근하는 반면, 의왕시와 과천시는 상대적으로 긴 시간에 서비스권역을 접근함으로써 주변 시민들이 문화시설에 접근할 수 있는 시간이 길어지는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 서비스권역에 대한 분석 결과를 토대로 문화시설의 접근성 정도를 측정하는 기준을 600m로 설정하였으며, 검색반경에 속한 문화시설을 탐색하여 인접지역 문화시설의 접근성 및 공동이용현황을 분석하고자 하였다.

## 2. 기존연구 고찰

기존연구는 접근성 및 입지선정에 관련한 내용에 근거하여 거시적인 영향도를 주로 분석하였다. Oh and Jeong (2005)은 GIS기법을 이용하여 도시민이 공원 이용시 체감하는 물리적 제약요소와 실제 이동경로를 인구밀집도, 토지이용, 개발상황 등과 같은 요소를 종합적으로 고려한 도시공원 분포의 평가방법론을 구축하여 서울시를 사례로 도시공원 분포의 적정성을 평가하였다.

Kim and Kim (2006)는 접근성 이론과 GIS기법을 접목한 공공시설 후보지 입지평가모형을 이용하여 충남도청 후보지들의 적정성을 평가하였다. 연구결과 가장 접근성이 양호한 후보지는 철도망과 도로교통망이 잘 구축된 후보지로 평균접근시간과 총통행시간이 최소화함을 제시하였다. 또한 후보지간 평균접근시간은 접근성이 양호한 지역 순으로, 총인-통행시간은 인구밀도가 높은 후보지순으로 나타나 교통의 접근성과 인구 밀집도가 주요입지 결정요인으로 나타났다.

Uhm et al. (2009)는 제주도의 중학교 입지평가 및 신규입지를 분석하였다. 도시공공시설의 입지선정은 접근성 측면에서 통행거리를 최소화해야 한다고 제시하였고 객관성과 합리성 있는 입지선정을 위해 GIS를 활용한 정량적인 기준을 제시하여 정책적 활용방안을 모색하였다.

Shin (2010)는 도시 및 지역문화정책에서 문화시설의 입지관련 현황 및 특성을 평가하였다. 미술관·박물관과 같은 문화시설입지의 유형과 특성을 심층적으로 파악하여 입지선정의 불완전성과 비합리성을 최소화하기 위한 방안이 필요하다고 제시하였다. 그 예로 인천시 공공시설의 입지선정을 위한 정책 및 입지현황을 조사하였으며 상징성과 장소성을 고려한 폐건물과 고건물들을 활용하는 방안을 제시하였다.

Lee et al. (2010)는 GIS기반의 다기준 의사결정분석기법을 이용하여 인천시립미술관의 잠재적 입지 후보지에 대한 적합성을 평가하였다. 또한 공공시설물 입지선정 및 분석에 있어 효율성과 형평성에 의거한 다양한 시나리오 분석을 통해 입지 적합성 결과를 예측하였다.

Ministry of Culture, Sports and Tourism (MCST) (2013)은 표준화 측정방법을 활용하여 전국 시도, 시군의 문화수준을 지수화하여 비교하였으나 지역특성, 범위, 도시 등 공간측면을 반영하지 못하는 한계를 보였다. 이러한 지수화 결과만으로는 지역간의 문화향유 기회나 지역주민의 문화 향유만족도를 실제이용상태에 맞추어 파악하기가 어려웠다.

Park (2012)은 서울시에 소재한 특1급 호텔을 중심으로 Space Syntax의 공간구조 분석을 통한 호텔 입지와 호텔 수익에 직접적 영향을 미치는 객실매출과의 관계를 분석하였다. 연구결과 서울시

각 호텔의 입지요인인 접근성은 다르게 나타났으며, 각 호텔의 접근성은 FIT고객과 객실요금에 영향력이 있는 것으로 분석하였다.

Chun (2014)는 GIS기법을 활용하여 강원도 지역의 도서관과 이용자의 공간적 분포특성을 분석하였다. 도서관의 공급서비스는 도서관의 좌석수, 소장자료의 규모, 독서문화프로그램의 실시횟수를, 수요측면에서는 지역의 인구수를 각각 가중치로 사용하였다. 분석결과 강원도의 도서관 분포는 춘천, 원주, 강릉 등 주요 도시지역에 서비스가 집중되어있고 상대적으로 면적이 큰 읍면 등 농촌지역은 매우 취약한 것으로 나타나 지역편차가 심함을 지적하였다.

## 3. Urban Network Analysis

### 3.1 기존 네트워크 접근성 분석 방법

네트워크와 관련된 이론은 다양한 분야에서 발전되어 왔다. 특히, 1930년대부터 사회과학분야에서는 많은 연구가 시작되었고, 현재까지 가장 많이 응용되는 분야로 사회 네트워크 분석(Social Network Analysis) 또는 사회 연결망 분석이 있다. 사회과학에서는 네트워크 이론을 사람의 관계에 대해 과학적인 접근방법으로써 사람과 사람과의 관계에 대한 가치와 중요성을 파악하고자 하였다. 사회과학분야에서 네트워크 이론이 현재까지 연구되는 부분 중 가장 큰 특색은, 기존의 다양한 이론들은 구조의 포괄적이고 추상적인 의미나 구조의 역할 및 제약 등의 구조자체만의 특징을 분석하였으나 사회 네트워크 분석은 구조의 근본이 되는 행위자들에 대한 관계 분석을 바탕으로 구체적인 접근방식의 전체구조를 분석한다. 특히, 행위자들을 동등한 입장으로 간주하기 때문에 구조 속의 행위자들에 대한 역할이나 관계가 더욱 중요해진다. 이는 현재의 인간 개개인에 대한 분석방식과 일치하는 부분이 있다.

네트워크 분석에서는 근본적으로 네트워크의 노드간 연관성에 기인한 노드의 역할이 네트워크에 어떤 역할을 담당하거나 어떤 영향을 미치는지를 파악하는 것이 중요하다. 일반적으로 중심성 분석을 통해 네트워크의 중심을 분석하며, 이는 노드가 중심지에 어느 정도 근접한가를 표현하는 방법이다.

일반적으로 중심성을 분석하는 방법들로는 한 노드에 연결된 다른 노드들의 수를 측정하는 연결정도중심성(Degree Centrality), 한 노드와 다른 노드들간의 네트워크를 구축하는데 중계자 혹은 브릿지 역할을 측정하는 매개중심성(Betweenness Centrality), 한 노드에서 다른 노드로 얼마만큼 가깝게 있는가를 측정하는 근접중심성(Closeness Centrality)이 있다.

전체 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 표현하는 지표인 중심성을 나타내는 방법 중 중심성 연결정도(Degree Centrality)는 Eq. (1)과 같이 나타낼 수 있으며  $d(m_i)$ 는 노드  $i$ 와 연결된 노드들

의 총수이다.

$$Degree\ Centrality(i) = d(m_i) \quad (1)$$

근접중심성(Closeness Centrality)은 Eq. (2)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Closeness(i) = \left[ \sum_{j=1}^n d_{ij} \right]^{-1} \quad (2)$$

여기서,  $d_{ij}$ 는 두 노드  $i$ 와  $j$ 를 잇는 가장 짧은 경로거리이다.

매개중심성(Betweenness Centrality)은 Eq. (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Betweenness(i) = \sum_{j < k} g_{jk}(i) / g_{jk} \quad (3)$$

$g_{jk}(i)$ 는 두 노드  $j$ 와  $k$ 사이에서 존재하는 노드  $i$ 를 경유하는 횟수이고,  $g_{jk}$ 는 두 노드  $j$ 와  $k$ 사이에서 존재하는 최단거리경로들의 경우의 수이다.

### 3.2 Urban Network Analysis 접근성 분석 방법

Social Network Analysis에서 살펴본 중심성을 측정하는 지표들은 특정 노드가 다른 노드들과 얼마만큼 관계를 맺고 있는가를 나타내는 노드에 대한 지표였다면 본 연구에서 사용하는 네트워크 평가기법인 Urban Network Analysis (UNA)는 네트워크 중심성 지표를 실제 공간네트워크에 적용하여 5가지 분석방법(Reach, Gravity, Betweenness, Closeness, Straightness)을 시행한다. UNA는 도시설계, 도시계획, 건축, 도시공간정보, 도시공간분석 분야와 도시와 연계된 사회, 경제, 환경부문간의 공간적인 배치, 형태 등에 기반한 분석 및 연구에 주로 활용된다. 위상기하학기반 네트워크 분석도구는 네트워크 요소간의 영향이나 관계는 적은 반면 공간

네트워크 분석은 공간상의 거리와 모서리에 대한 섬세하고 정확한 공간네트워크 분석이 가능하다. 공간 네트워크 분석의 3가지 특징을 살펴보면, 첫번째, 네트워크 저항의 설정에 따라 미터법의 거리 또는 위상기하학적 거리를 이용하여 기하학적 및 위상기하학적 분석이 모두 가능하다. 두번째, 2가지 네트워크 구성요소(nodes와 edges)를 사용하는 기존의 소프트웨어 툴과는 다르게 추가로 건물이라는 요소를 분석의 공간적 단위로써 사용한다. 따라서 같은 도로상의 근접한 위치에 있는 서로 다른 건물은 접근성 측면에서 다른 결과치를 가질 수 있다. 세번째 장점으로서는 UNA에서는 건물에 가중치(건물의 규모, 인구, 중요건물)를 대상별 특성에 따라 부여함으로써 더욱 구체적이고 섬세하며 신뢰성 있는 결과를 도출할 수 있다. 또한 반경 형태의 설정에 따라 직선거리, 네트워크 거리를 각각 고려할 수 있으며 건물 및 지점이 분석범위 내에 있는지 여부를 네트워크상의 거리(반경) 또는 기하학적 거리(반경)로 나타내준다.

Reach 기법은 네트워크 검색반경 설정내의 건물에 대한 주변건물로부터 접근 가능한 수를 계산한다. Reach 분석의 식은 Eq. (4)와 같다.

$$R^r[i] = |\{j \in G - \{i\} : d[i, j] \leq r\}| \quad (4)$$

건물은  $i$ , 그래프는  $G$ , 최대거리라  $r$ ,  $R^r[i]$ 는 건물  $i$ 에서 최단거리(최대  $r$ )로 접근 가능한  $G$ 범위 안의 건물들의 수,  $d[i, j]$ 는  $G$ 내의  $i$ 노드와  $j$ 노드 사이의 최단거리,  $W[j]$ 는  $j$ 노드까지의 가중치이다.

$G$ 내의 노드에 가중치가 설정되어 있다면 Reach는 Eq. (5)와 같이 정의된다.

$$Reach[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i, j] \leq r} W[j] \quad (5)$$

Fig. 4는 Reach기법의 계산방식을 시각화한 것이다.

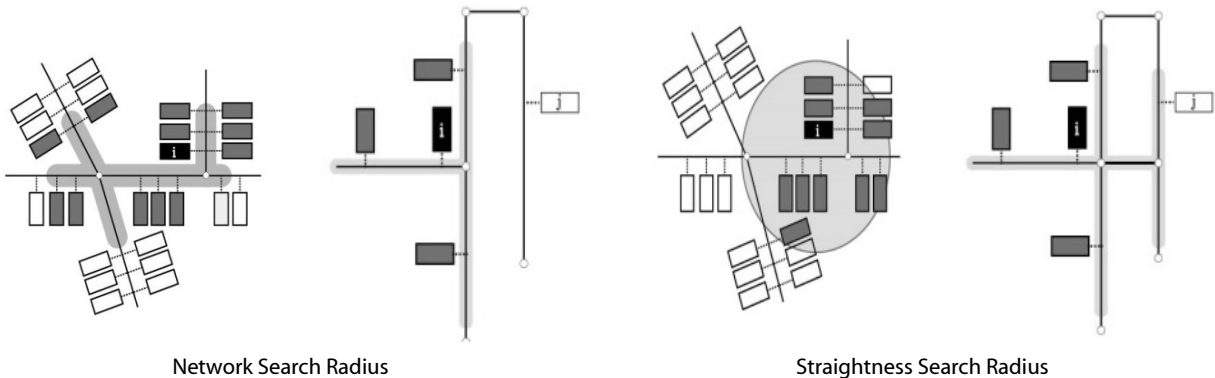


Fig. 3. Radius Types of Urban Network Analysis

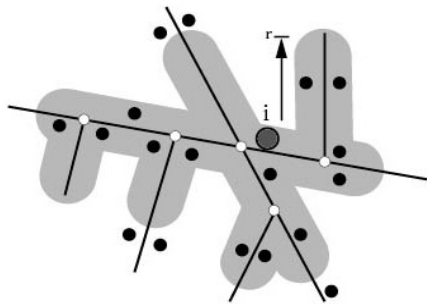


Fig. 4. The Concept of Reach Method

Reach기법은 각 건물  $i$ 에서 반경의 최대값  $r$ 의 범위까지 각 도로를 따라 영역을 생성한 후 도로 네트워크상에서  $i$ 노드를 중심으로  $r$ 의 범위 내에 해당하는 도착지  $j$ 노드의 개수를 찾아내게 된다.

Gravity에서는 각 도착지에 도달하기 위해 필요한 공간적 저항을 파악하며 식은 Eq. (6)과 같다.

$$Gravity[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} \frac{W[j]}{e^{\beta d[i,j]}} \quad (6)$$

Gravity $[i]^r$ 은  $G$ 영역내의 검색반경 조건하에 건물  $i$ 의 중력모형 수치값이다.  $W[j]$ 는 도착지  $j$ 의 가중치,  $d[i,j]$ 는  $i$ 와  $j$ 간 최단거리,  $\beta$ 는 거리의 영향 감소에 대한 변수이다. 따라서 중력모형은 도착지의 가중치뿐만 아니라 거리를 고려하여 접근성을 계산한다.

건물의 중간성이란 네트워크 내에서 두 건물 사이의 최단경로의 한 일부라고 정의된다(Freeman, 1977). 두 노드 사이에서 한 개 이상의 최단경로가 발견된다면 두 경로는 모두 같은 가중치 값이 주어지고 가중치 값들의 합은 통합된다. Betweenness식은 Eq. (7)와 같다.

$$Betweenness[i]^r = \sum_{j,k \in G - \{i\}, d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j] \quad (7)$$

Betweenness는 검색반경  $r$ 범위 내 건물  $i$ 의 중간성 수치를 말한다.  $n_{jk}[i]$ 는 노드  $j$ 와 노드  $k$ 사이의  $i$ 노드를 통과하는 최단거리의 개수이다.  $n_{jk}$ 는  $j$ 에서  $k$ 까지의 최단거리 개수의 총합이다.

중간성 수치는 네트워크상의 건물에 대한 통과량 수치를 예측하는데 쓰인다. 분석대상건물 노드의 가중치가 인구로 설정이 된다면 중간성 수치는 건물  $i$ 의 인구에 따른 통과량을 예측하는데 쓰일 수 있다.

Closeness는 한 건물을 기준으로 검색  $r$ 반경 내의 다른 모든 건물에 대한 최단거리의 누적합의 역수를 나타낸다. 중간성 (Betweenness) 수치가 건물에 대한 통과 교통량을 예측하는 것이라면 접근정도(Closeness)는 주어진 반경내에서 분석대상 건물 모두에 대한 거리가 얼마나 가까운 지를 계산하는 것이다. 접근정도 (Closeness)는 Eq. (8)과 같이 정의된다.

$$Closeness[i]^r = \frac{1}{\sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} (d[i,j] W[j])} \quad (8)$$

Closeness $[i]^r$ 은 검색반경  $r$ 내의 건물  $i$ 에 대한 접근도의 값이고  $d[i,j]$ 는  $i$ 와  $j$ 간의 최단경로이다.  $W[j]$ 는 도착지 건물  $j$ 의 가중치이다.

## 4. 사례연구 및 분석

### 4.1 대상지 현황

연구대상지는 경기도 안양시, 과천시, 군포시, 의왕시로 경기도 계상 2014년 총인구는 1,138,585명(2013년 기준)으로 경기도 전체의 9.07% 정도를 차지한다. 우선 주거인구와 직장인구를 중심으로 한 인구 분포현황을 살펴보면 안양시 동안구, 안양시 만안구, 군포시 산본동, 군포시 금정동, 과천시 원문동은 주거 인구밀도가 높게 나타났다. 이는 주거단지가 형성된 곳에서 인구밀도가 높게 형성되는 것을 알 수 있다. 직장인구의 경우는 빌딩의 밀도가 높은 중심업무지구에서 직장인구밀도가 높으며 안양시 동안구 호계동, 평촌동, 만안구 안양동, 군포시 금정동, 당정동, 과천시 운문동 갈현동, 의왕시 내손동에 직장인구밀도가 높게 나타났다.

문화시설물 분포현황을 살펴보면 공연시설(영화관 스크린 포함)은 안양시 56개, 과천시 5개, 의왕시 1개, 군포시 8개가 분포하였다. 미술관은 과천시만 3개가 분포되어 있으며 지역문화복지시설은 안양시 2개, 군포시 4개, 과천시 3개가 분포한 것으로 나타났다.

Table 1. Highlights of Urban Network Analysis

Measures	Main Descriptions
Reach	Simply counts the number of destinations around each building within a given search Radius
Gravity	Additionally factors in the spatial impedance(population, distance, etc.) required to reach each of the destinations
Betweenness	Estimates the number of times on shortest paths between pairs of other reachable buildings within the network radius
Closeness	Indicates how close each of these locations is to all other surrounding locations within a given distance threshold

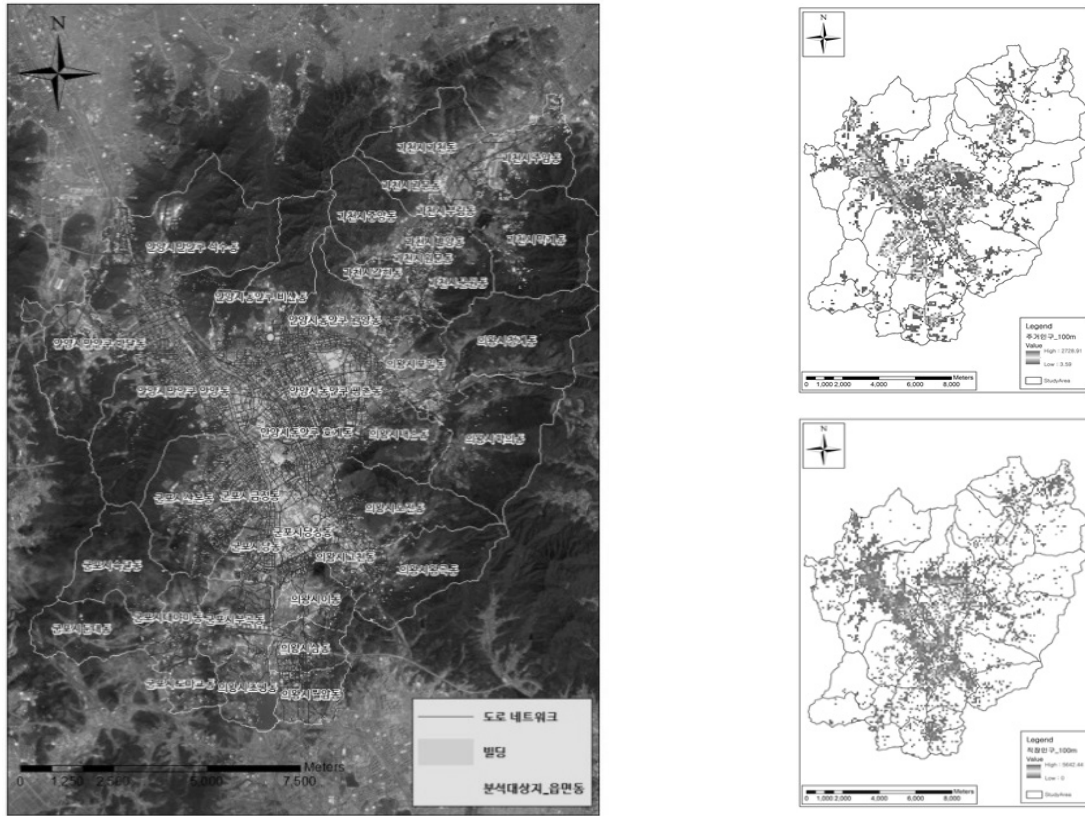


Fig. 5. Designation Demographic Characteristics

Table 2. Designation Cultural Facilities Distribution (2013)

Districts.		Anyang	Uiwang	Gunpo	Gwacheon
total		14(45)	2	8(6)	13
Performance Facility	Public theater	3	1	1	3
	Private theater	2	-	-	2
	Movie theater (Number of Screens)	6(45)	-	1(6)	-
Exhibition hall	Art Museum	-	-	-	3
Local cultural Welfare Facility	City and County citizen center	2	-	1	1
	Complex welfare center	-	-	2	1
	Youth center	-	-	1	1
Etc. Facility	Cultural center	1	1	1	1
	Training center	-	-	1	1

Resource: (KOSIS)

그 외 문화관련 기타시설은 안양시 1개, 의왕시 1개, 군포시 2개, 과천시 2개로 나타났다. 안양시가 문화관련시설이 가장 많이 분포했으며 군포시, 과천시, 의왕시 순으로 나타났다.

#### 4.2 공급측면의 문화시설 접근성 분석

본 연구에서는 UNA를 사용하여 Reach, Gravity, Betweenness,

Closeness를 분석하여 네트워크 환경에서 문화시설의 접근정도 및 도달가능건물(주거단지)을 파악하였으며 UNA의 직선거리형태를 기반으로 하는 Straightness는 분석에서 제외하였다. 접근도를 측정하기 위한 검색반경은 분석대상지 전체의 공간적 크기를 고려하여 600m로 설정하였다. 분석결과 인구밀도가 높게 분포하고 빌딩과 근린시설이 많이 분포하는 지점에서 문화시설의 접근성이

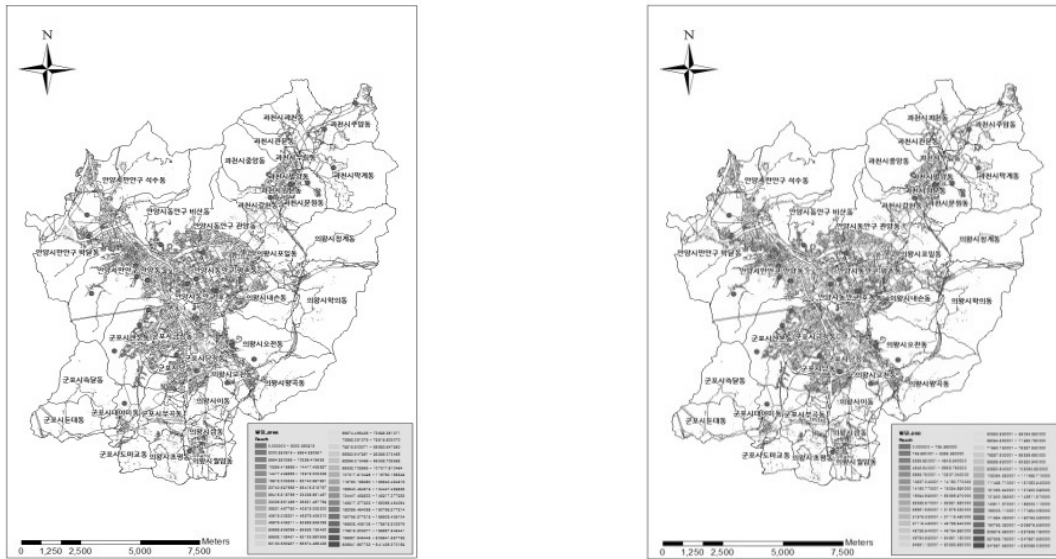


Fig. 6. Reach Analysis Result (600m)

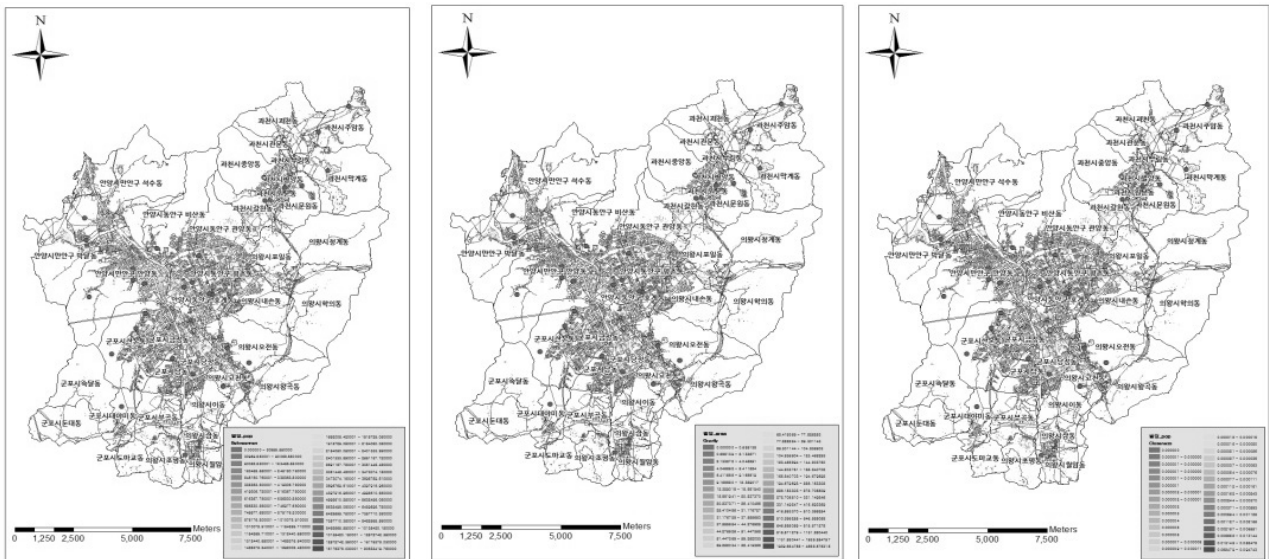


Fig. 7. Betweenness Analysis Result (600m), Gravity Analysis Result (600m), Closeness Analysis Result(600m)

높게 나타났다.

또한 네트워크 환경이 발달된 지점에서 문화시설에 대한 접근성이 높게 나타나 네트워크 환경이 문화시설을 이용하는데 영향을 미치는 주요원인으로 작용하는 것을 확인할 수 있었다.

건물의 면적을 가중치로 설정한 분석결과(Fig. 6)를 살펴보면 전체 문화시설 주변에서 도달할 수 있는 빌딩면적의 수치(69895.36km<sup>2</sup>)는 전체지역 평균(53909.13km<sup>2</sup>)보다 높게 나타났다. 이를 지역별로 살펴보면 안양시 91583.25km<sup>2</sup>, 군포시 67889.58km<sup>2</sup>, 의왕시 62603.11km<sup>2</sup>, 과천시 25582.80km<sup>2</sup> 순으로 나타났다. 안양시,

군포시, 의왕시는 전체지역 평균 이상으로 접근할 수 있는 건물기 차지하는 면적이 큰 반면, 과천시는 평균에 크게 미치지 못하는 것으로 파악되었다.

문화시설건물의 층수와 인구수를 가중치로 분석한 결과도 면적과 마찬가지로 특정지역에서 접근정도가 변화되는 특징을 보였다. 안양시 동안구, 안양시 만안구, 군포시 당정동, 군포시 금정동, 군포시 산본동, 군포시 당동 등 특정지역에서의 접근도가 가중치에 따라 높게 나타난 반면 나머지 지역은 접근도의 변화가 미비하거나 줄어드는 경향을 보였다. 한편 직선거리를 고려하지 않는 Reach



Table 3. Analysis Result (Within 600m)

	From All of 4 Districts (A)	From Culture Facilities (B)	Result	Evaluation Basis
Reachable Area (km <sup>3</sup> )	53909.13	69695.36	A < B	Reachable building Area
	Anyang (91583.25) > Gunpo (67889.58) > Uiwang (62603.11) > Gwacheon (25582.80)			
Reach (unit)	208	264	A < B	Reachable Buildings
Betweenness (unit)	553170.29	1004215.46	A < B	Floating Populations
Gravity	0.185524	0.076332	A > B (Only Movie theater)	Reachable Gravity
Closeness	0.000729	0.000001	A > B (Only Movie theater)	Accessibility

분석결과 600m 반경기준으로 연구대상지역내의 빌딩이 도달할 수 있는 건물의 평균은 208개로 나타났으며, 문화시설들로부터 접근할 수 있는 빌딩의 평균 개수는 264개로 나타나 전체 빌딩의 평균보다 다소 높게 나타났다.

건물의 중간성을 분석하는 UNA의 Betweenness는 두 건물 사이의 경로를 산정하게 된다. 이를 통해 경로의 통과량을 예측할 수 있으며 인구수를 바탕으로 인구의 통과량을 예측할 수 있다. 600m 반경기준으로 빌딩 인구수를 가중치로 적용한 Betweenness 분석결과, 연구대상지역내의 건물 통과량의 평균(553170.29명)보다 문화시설 주변의 건물 통과량(1004215.46명)이 높게 나타났다. 이를 지역별로 살펴보면 안양시 만안구 안양동, 안양시 동안구 호계동, 안양시 동안구 평촌동, 군포시 당정동의 인구 통과량은 높게 나타나 유동량이 높은 것으로 확인되었다.

각 도착지에 도달하기 위해 필요한 공간비를 파악하는 Gravity 분석결과 600m 반경기준으로 사례지역내의 중력모형의 수치평균은 0.185524로 나타났다. 한편 문화시설들이 접근할 수 있는 빌딩은 평균은 0.076332로 나타나 중력모형의 수치가 낮게 나타났다. Betweenness 분석결과와 마찬가지로 영화관의 높은 접근성으로 인해 전체지역 평균보다 접근성이 높게 나타났지만 영화관을 제외한 나머지 문화시설은 평균이하로 나타나 빌딩으로부터 접근성이 낮게 나타났다.

주어진 반경내에서 분석대상의 모든 건물에 대한 거리가 얼마나 가까운 지를 계산하는 접근정도분석인 UNA Closeness 분석결과 600m 반경기준으로 사례지역내의 접근정도 평균은 0.000729로 나타났다. 한편 문화시설들이 접근할 수 있는 빌딩의 평균개수는 0.000001로 나타나 접근정도가 전체 빌딩평균보다 수치가 낮게 나타났다. 이는 상대적으로 중심지에 위치하고 많은 건물에 접근할 수 있는 영화관의 지리적 위치 특성과 관련이 있다고 할 수 있으며 영화관을 제외한 나머지 문화시설의 주변 건물과의 거리를 비교하면 평균보다 매우 높게 형성되어 먼 곳에 위치하는 것으로 판단된다.

## 5. 결론

기존 문화시설에 대한 투자와 설치는 인구, 면적과 같은 행정구역 기반의 사회지표를 근거로 결정되었다. 거시적 판단지표는 인접한 행정구역의 문화시설에 대한 접근성을 고려하지 않아 이용률 측면에서 예산낭비 및 중복투자의 문제를 발생시킬 뿐만 아니라 문화수준의 격차를 야기했다.

수도권 주변 도시들인 안양시, 군포시, 의왕시, 과천시를 사례로 연구대상지 내의 건물면적과 상주인구를 가중치로 적용하여 문화시설의 접근성 분석을 수행한 결과, 건물의 개수뿐만 아니라 면적, 상주인구, 네트워크가 높게 형성되어 있는 지역의 문화시설 접근성이 높게 나타났다. 안양시와 군포시에 위치한 문화시설의 접근성 지표는 고루 높게 나타났지만, 의왕시와 과천시의 문화시설 접근성은 전체 평균을 밑도는 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 수도권에 인접한 도시들 가운데서도 네트워크의 차이와 건물의 특징에 따라 문화시설 접근성의 차이가 나게 되며 그에 따라 문화향유할 수 있는 지역 간 차이가 발생하는 것을 확인하였다.

문화시설이 부족하거나 지리적 위치의 제약으로 인해 접근성이 낮은 지역은 상대적으로 인접한 도시의 문화시설을 이용할 수 있도록 ‘인근지역 문화시설이용 할인’과 같은 제도적 지원과 ‘문화바우처’의 적극적인 홍보가 요구된다. 또한 지역적 형평성을 고려하되 문화시설의 접근성을 고려한 문화시설 입지선정이 중요하다고 할 수 있으며 사람들의 통행가능노선과 유동패턴을 현실적으로 반영한 실제 생활권 문화시설로의 투자로 개선될 필요가 있다.

## References

- Andres, S. and Michael, M. (2012). *Urban Network Analysis: A New Toolbox for ArcGIS*.
- Chun, B. A. (2014). "Estimating spatial accessibility to public libraries on the regional scale: A Case Study on Gangwon Province."

- Journal of the Korean Cartographic Association*, Vol. 14, No. 1, pp. 93-105.
- Freeman, L. C. (1977). "A set of measures of centrality based on betweenness." *Sociometry*, Vol. 40, No. 1, pp. 35-41.
- Incheon Development Institute (IDI) (2010). *Locational characteristics of public museums in the urban geographical context* (in Korean).
- Jeju Development Institute (JDI) (2009). *Study on evaluation system of urban public facilities located* (in Korean).
- Kim, H. B. and Kim, S. G. (2006). "A Site selection of public facility based on an accessibility Theory & GIS spatial analysis technologies." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 26, No. 3D, pp. 385-391.
- Lee, G. H., Shin, J. Y. and Shin, S. H. (2010). "The research on the location suitability analysis of the city museum using the GIS-Based multicriteria decision analysis: A Case Study of Incheon." *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, Vol. 13, No. 3, pp. 89-105.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism (MCST) (2013). *A trial application and development of the local cultural indicators* (in Korean).
- Ministry of Culture, Sports and Tourism (MCST) and Korea Culture and Tourism Institute (KCTI) (2011). *A field survey on cultural enjoyment 2010* (in Korean).
- Oh, K. S. and Jeong, S. H. (2005). "An assessment of the spatial distribution of urban parks using GIS." *Journal of Korea Planners Association*, Vol. 40, No. 3, pp. 189-203.
- Park, E. M. (2012). "Analyses of urban hotel location focusing on market segment based pm the space syntax." *Journal of Tourism Sciences*, Vol. 36, No. 5(101), pp. 157-176.
- Sabidussi, G. (1966). "The centrality index of a graph." *Psychometrika*, Vol. 31, pp. 581-603.
- Sergio, P., Paolo, C. and Vito, L. (2006). "The network analysis of urban streets: A Primal Approach." *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 33, pp. 705-725.