

# 시설물 입지에 있어 인구 중심점 개념을 이용한 수요 규모 추정 방법 연구

주성아<sup>1</sup> · 김영훈<sup>1\*</sup>

## Study on a Demand Volume Estimation Method using Population Weighted Centroids in Facility Location Problems

Sung-A JOO<sup>1</sup> · Young-Hoon KIM<sup>1\*</sup>

### 요 약

본 논문은 인구 중심점 개념을 이용하여 GIS 공간 모형에서 보다 정확한 수요 규모를 추정할 수 있는 방법을 제시하고자 하는 연구이다. 이를 위하여 본 연구에서는 면적 속성의 수요 데이터와 점형 속성의 인구 중심점(population centroid)의 개념을 활용하여 보다 정확한 수요 규모를 추정할 수 있는 방법을 제시하고 다양한 지역 및 공간 단위에도 적용될 수 있는 가능성을 제시하였다. 이를 위하여 기존의 수요 데이터 이용 방법의 한계와 제한점을 보완하고 보다 정확한 수요 규모의 추정을 위해서 주택 유형별 가중치 기반의 인구 중심점 추정 방법을 제시하였다. 추출된 인구 중심점을 기반으로 각 수요점의 위치와 수요 규모를 추정하고 인구 중심점과 수요 지점간의 거리 측정 방법을 통하여 실제 GIS 공간모형의 적용 가능성을 살펴 보았다. 이를 위하여 입지-배분 공간 모형을 사례로 시설물 입지를 위한 기본적인 수요 규모와 서비스 배분을 위한 GIS 공간 모형의 적용 가능성을 확인하였다.

주요어 : 수요 규모 추정, 인구 중심점, 주택 유형별 가중치, GIS 입지-배분 모형

### ABSTRACT

This paper is to discuss analytical techniques to estimate demand sizes and volumes that determine optimal locations for multiple facilities for a given services. While demand size estimation is a core part of location modeling to enhance solution quality and practical applicability, the estimation method has been used in limited and restrict parts such as a single population centroid in a given larger census boundary area or small theoretical application experiments(e.s. census track and enumeration district). Therefore, this paper strives to develop

2006년 12월 1일 접수 Received on December 1, 2006 / 2007년 6월 11일 심사완료 Accepted on June 11, 2007

<sup>1</sup> 한국교원대학교 지리교육과 Department of Geography Education, Korea National University of Education

\* 연락처 E-mail: gis@knue.ac.kr

an analytical estimation method of demand size that converts area based demand data to point based population weighted centroids. This method is free to spatial boundary units and more robust to estimate accurate demand volumes regardless of geographic boundaries. To improve the estimation accuracy, this paper uses house weighted value to the population centroid calculation process. Then the population weighted centroids are converted to individual demand points on a grid formatted surface area. In turn, the population weighted centroids, demand points and network distance measures are operated into location-allocation models to examine their roles to enhance solution quality and applicability of GIS location models. Finally, this paper demonstrates the robustness of the weighted estimation method with the application of location-allocation models.

**KEYWORDS :** *Demand Size Estimation, Population Weighted Centroid, House Type Weighted Value, GIS Location-Allocation Model*

## 서 론

시설물의 입지 선정을 위해 우선적으로 파악해야 할 요인들 중 하나는 시설물을 이용하는 사용자 규모를 정확하게 파악하는 것이다. 특히 GIS 공간분석에서 시설물에 대한 수요의 정도 혹은 규모를 추정하는 것은 현실과 가까운 조건으로 해당 시설물 혹은 서비스에 대한 기초적인 수요 데이터 뿐만 아니라 이용하는 시설물과 서비스에 대한 수요의 공간적 분포와 패턴을 분석할 수 있는 기본적인 지리정보를 획득하는 것이다(Longley와 Clarke, 1995; Birkin 등, 1999).

수요 데이터로 사용할 수 있는 인구수와 같은 통계 정보는 행정구역 단위로 집계된 면형 데이터인 경우가 많은데 이는 개별 수요자에 관한 정보를 보호한다는 측면에서 장점을 갖지만 시설물 입지 분석에 필요한 개별 수요의 정확한 위치, 규모 등의 특성을 파악하는데 어려움이 많으며 수요간의 거리 측정이 어렵다는 한계를 갖는다. 그러나 시설물 입지 분석에서 수요를 대표하는 수요지점의 위치 혹은 수요 규모에 관한 정보는 필수적이며 이는 분석 결과의 정확성과 공간의사결정에 영향을 미칠 수 있는 중요 변수중의 하나이기도 하다(Casillas, 1993; Church, 1999). 따라서 시설물

의 입지 문제와 관련하여 개별 수요에 대한 정확한 데이터베이스가 구축되어 있지 않은 현실에서 일정한 공간 범위내의 수요 지역 혹은 분산 분포하는 개별 수요를 대표하는 수요 규모를 추정하는 방법은 시설물 입지 연구와 분석에 있어 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 일정한 지리적 범위를 갖는 수요 지역을 대상으로 분산, 분포하는 개별 수요들을 통합하여 대표성있는 점으로 나타내고 이 점들의 수요 규모를 추정할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 개별적으로 분산되어 있는 개별 수요들을 하나의 수요점으로 통합하여 공간분석에 적용하면 수요의 공간적 패턴을 분석하는 데 용이할 뿐만 아니라 시설물과 수요점간의 거리 및 접근도 분석에도 효과적으로 활용될 수 있다. 즉, 본 연구의 목적은 인구 중심점 개념을 적용하여 다수의 개별 수요가 지니는 본래의 수요 데이터의 손실을 최소화하면서 동시에 대표성이 있는 수요 규모를 추정할 수 있는 과정과 방법을 제시하는 것이라 할 수 있다.

이를 위하여 먼저 기존 연구에서 수요의 위치와 규모를 추정하기 위하여 제시되어 온 수요점 이용 방법을 살펴보고 각각의 방법이 지니는 분석의 한계와 문제점을 바탕으로 본 연구에서의 수요 규모 추정 방법을 논의하고자 한다.

### 기존 연구의 수요 데이터 이용 방법

시설물 입지와 관련하여 기존의 연구에서 주로 사용되어 온 점형의 수요 데이터 추정 방법은 크게 도형 중심점(polygon centroid), 직관적 중심점(intuitive centroid), 도로의 결절점(node) 방법 등으로 분류될 수 있다.

도형 중심점이란 수요가 분포하는 지역을 기하학적 도형(polygon)으로 간주하고 그 중심점(centroid)을 수요가 위치하는 수요점(demand point)으로 이용하는 것이다(전경숙, 1992; 김광식, 1993; 노혜진, 1996; 김영, 1999; 서미아, 2000). FIGURE 1의 (가)와 같은 행정구역의 중심점은 행정구역별로 각종 통계 자료를 수집·관리하는 우리나라의 실정상 필요한 데이터의 획득이 쉽고 행정구역도 이외에 별다른 데이터를 필요로 하지 않으며 도형 중심점의 계산 과정이 비교적 간단하다는 점 등이 장점이다. 그러나 넓은 지역에 분포하는 수요를 단 하나의 점으로 나타낸 후 수요 규모를 추정해야 하므로 현실을 지나치게 단순화하는 문제가 있다. 센서스 트랙(census tracts), 지번, 우편번호별 구역 등의 도형 중심점을 이용할 수 있지만 데이터 확보의 어려움이 있어 이의 대안으로 FIGURE 1의 (나)와 같이 지역을 일정한 크기의 셀(cell)로 구성된 방형격자망(grid)

으로 나누기도 한다(전경숙, 1992). 방형격자망을 구성하는 각 셀의 도형 중심점을 수요점으로 간주하므로 한 지역에서 여러 개의 수요점이 나타날 수 있으며 수요 규모는 (총수요량) ÷ (셀의 도형 중심점 개수)로 계산할 수 있다. 그러나 수요점이 규칙적으로 분포하고 한 지역내에서 모든 수요점의 규모가 동일하다는 한계를 가진다.

직관적 중심점(intuitive centroid)은 연구자 혹은 전문가의 경험이나 지식, 의견 등을 고려하여 수요가 나타날 것으로 추측되는 가상의 지점을 이용하는 방법이다(선병수, 1987; 심동혁, 1989; 배진모, 1992). 그러나 이 방법은 개인에 따라 동일한 지역에서 수요점의 위치나 개수가 달라질 수 있어 주관의 개입이 큰 방식이다. 반면, 도로의 결절점(node) 방식은 네트워크(network)를 형성하는 도로의 교차점, 즉 결절점을 접근성이 높아서 수요가 나타날 수 있는 곳으로 가정하는 방법이다. 도형 중심점과 직관적 중심점이 직선거리(euclidean distance)를 이용하여 중심점간 거리를 측정하는 반면 결절점은 도로망을 이용하여 거리를 측정하므로 비교적 현실적인 이용 방법이라 할 수 있다. 그러나 결절점 방식도 (총수요량) ÷ (결절점 개수)로 수요의 규모를 결정하는 경우가 많아서 수요점의 수요 규모가 동일하

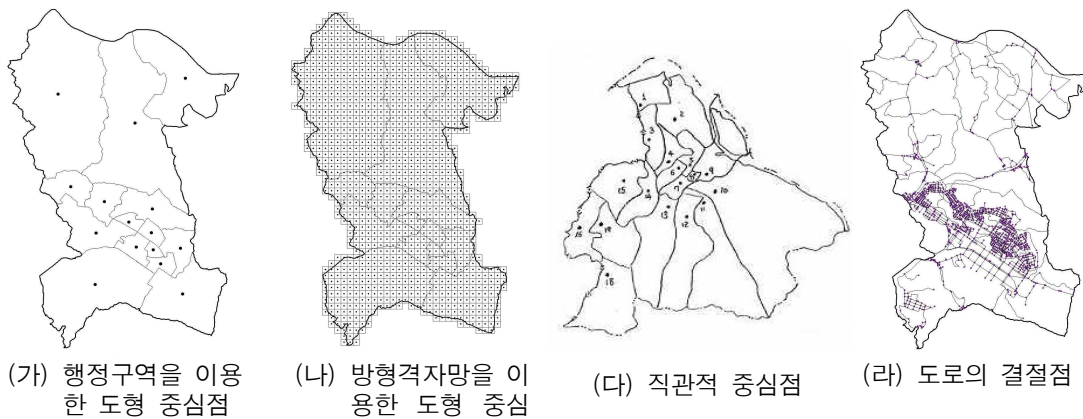


FIGURE 1. 기존의 입지-배분 분석에서 사용된 수요 데이터 이용 방법

며, 무엇보다 현실에서는 결절점에 수요가 나타나지 않는다는 문제가 있다.

이러한 한계와 제한점을 바탕으로 다음 장에서는 주택 유형과 가중치 개념을 적용하여 실제 인구가 분포하는 지점에 수요의 위치와 규모를 나타낼 수 있는 인구 중심점 기반의 수요 데이터 추정 방법을 제안하고자 한다. 이를 위하여 비교적 획득이 용이하고 연구 시점에서 가장 최근에 제작된 2003년 현재의 1:25,000 수치지도에서 주택 유형(아파트, 연립주택, 단독 주택)폴리곤을 추출하고 행정 구역별 총 인구와 주택별 건물 수 및 세대 수 자료를 활용하였다.

## 인구 중심점을 이용한 수요 데이터 추정 방법

### 1. 인구 중심점을 이용한 수요점의 위치 결정

입지-배분 분석을 위한 수요 데이터 구축에는 행정구역도, 도로망도, 주택분포도 등의 공간데이터와 인구수, 건물 수, 세대수 등의 속성데이터의 원시 데이터(raw data)를 필요로 한다. 보다 현실적인 인구 중심점을 추출하기 위해서는 개별 수요의 정확한 위치를 파악해야 하지만 그 과정이 복잡하고 어려우므로 본 연구에서는 FIGURE 2에서 나타난 바와 같이 수치지도의 주택 폴리곤을 개별 수요지점으로 간주하고 그 중심점(centroid)으로 주택의 위치를 일반화하였다. 다음으로 행정구역도를 일정한 크기의 셀로 구성된 방형격자망으로 나누어 각 셀에 포함되는 주택 중심점의 평균 좌표값을 계산하여 이를 인구 중심점으로 이용하였다. 행정구역도를 일정한 크기의 방형격자망으로 나눈 것은 앞서 살펴본 도형 중심점과 같이 행정구역을 기본으로 데이터를 통합할 경우 수요점이 넓은 공간에 하나의 점으로 나타나 단순화되는 문제를 보완하기 위해서이다. 또한 현재의 행정동보다 더 세분화된 최소 지역 단위를 설정하여 센서스 자료를 수집하

고 이를 바탕으로 다양한 공간 단위의 비교 분석이 가능한 GIS 공간분석 환경을 제시하기 위함이다(구자문, 1999; Bowerman 등, 1999). 이때 하나의 셀에 2개 이상의 행정구역이 포함될 경우 각 행정구역별로 인구 중심점을 계산하여 각 셀에 2개 이상의 인구 중심점이 나타날 수 있도록 하였다.

그러나 아파트, 연립주택의 경우 하나의 건물에 많은 인구가 거주할 수 있으므로 각 주택 유형별로 거주 인구수에 따른 가중치를 부여하여(식 1 참고) 많은 인구가 거주하는 위치로 인구 중심점을 이동시켜 실제 인구 밀도가 반영될 수 있도록 하였다(식 2 참고). 공식 1의 가중치는 각 행정구역내의 주택별 전체 세대수의 속성정보와 수치지도상의 해당 주택의 건물 수를 대상으로 계산될 수 있다. 이때 주택별 가중치는 각 주택별(아파트, 단독주택, 연립주택)로 거주하는 개별 인구수를 이용하는 것이 바람직하지만 데이터 확보가 불가능하기 때문에 본 연구에서는 해당 행정구역별로 각 세대별 인원수는 동일하다는 가정하에 주택별 평균 거주 세대수를 가중치로 이용하였다.

$$\text{주택별 가중치} = \frac{\text{주택별 총 세대수}}{\text{주택별 건물 수}} \quad (1)$$

이를 바탕으로 식 2에서는 각 셀에 포함된 각각의 개별 주택별 가중치를 모두 합산한 주택별 전체 가중치와 개별 주택의 가중치 및 좌표를 바탕으로 각 셀별로 가중치가 부여된 인구 중심점을 구할 수 있다. 특히, 주택 유형별 가중치를 결정할 때 행정동·읍·면별 세대수와 건물 수 자료를 이용함으로써 동일한 주택 유형이라고 할지라도 포함되는 행정구역이 다른 경우 서로 다른 가중치를 갖도록 한다.

$$\text{가중치가 부여된 인구중심점} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \quad (2)$$

단,  $(x_i, y_i)$ 는  $i$ 번째 주택 중심점의 좌표  
 $n$ 은 각 셀에 포함되는 주택 중심점의 개수  
 $w_i$ 는 각 주택별 중심점이 갖는 가중치

이상의 과정을 통해 연구 대상 지역의 인구 중심점을 추출하는 과정은 FIGURE 2와 같이 나타낼 수 있다.

## 2. 인구 중심점의 수요 규모 결정

수요의 위치와 규모를 추정하는 기존의 방법과 달리 본 연구에서는 실제적인 현실성을 반영하기 위해서 가중치를 반영한 인구 중심점의 이용을 논의하였다. 본 절에서는 각각의 인구 중심점이 가지는 수요 규모를 측정하는 방법에 대하여 살펴보고자 한다. 즉 해당 방향 격자망에 수요의 중심이 되는 인구 중심점이 정해지면, 각각의 인구 중심점이 얼마나 많은 수요 규모를 가지는지에 대한 정보가 제공되

어야 한다.

기존 연구에서는 일반적으로 넓은 지역에 분산되어 있는 수요가 하나의 도형 중심점에만 배분되거나 동일한 행정구역내에서는 모든 수요점은 동일한 수요 규모를 갖는 것으로 가정했다. 그러나 이러한 단순하고 제한된 정보는 실제 공간상의 수요 규모를 파악하는데 어려움이 있을 뿐만 아니라 다양한 규모의 수요가 분포하는 현실 상황을 효과적으로 반영할 수 없다. 이러한 한계를 극복하고자 본 연구에서는 해당 행정구역 혹은 분석 지역의 인구 규모가 다양한 형태로 공간상에 분포하는 현실을 반영하기 위하여 해당 지역의 주택 유형과 분포상황을 기초로 각 주택별 세대수를 가중치를 활용하여 각 인구 중심점의 수요 규모를 배분하는 방법을 시도하였다. 이 방법은 인접한 다른 지역의 인구 규모가 동일하다고 하더라도 지역내의 주택 유

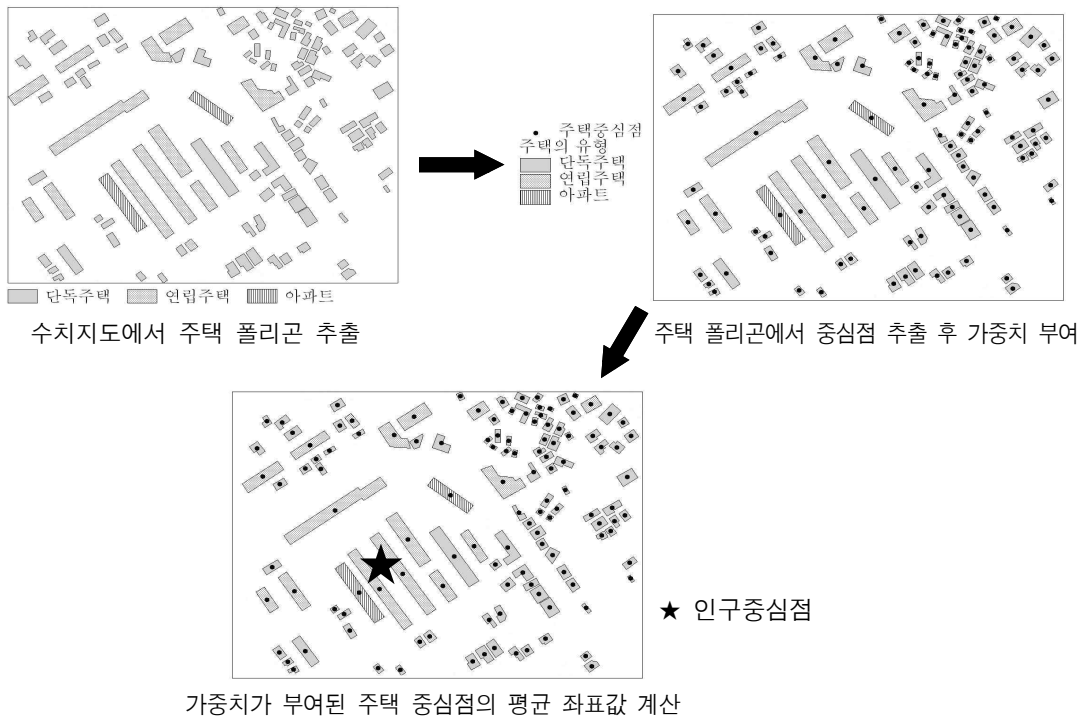
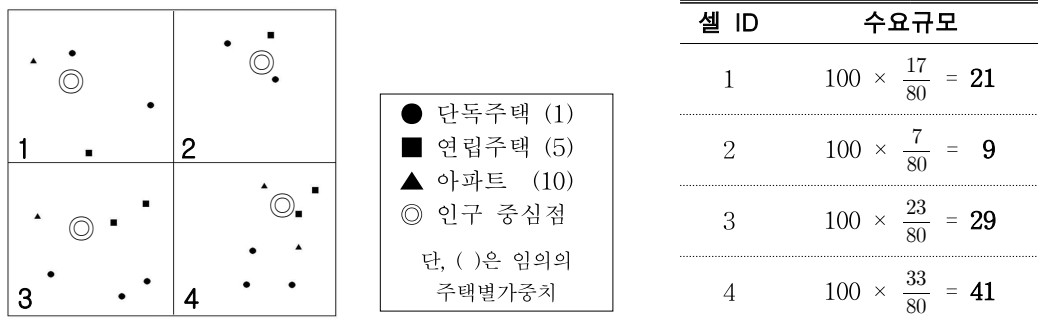


FIGURE 2. 인구 중심점을 이용한 수요점의 위치 계산과정

형과 분포 상황에 따라 수요 규모의 분포는 달라지고 따라서 수요 중심점의 위치가 달라지는 상황도 고려할 수 있다. 또한 비록 동일한 수요 규모를 보이는 두 지역이라고 하더라도 단독 주택만 분포하는 지역과 아파트 단지가 밀집한 지역의 수요 중심점 및 규모가 다른 상황을 반영할 수 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 2006년 3월말 창원시 행정구역별 총인구수를 총 수요량으로 가정하고 (식 1)에 따라 주택유형별 가중치를 계산하여 인구 중심점의 수요 규모를 결정하였으며 그 과정은 FIGURE 3의 사례와 같다.

예를 들어 특정 행정구역의 총 수요량, 즉 총 인구가 100명이라고 하고 이 지역에 단독주택이 10개, 연립 주택이 6개, 아파트가 4개가 분포하고 이 행정구역을 다시  $n$ 개의 소단위로 나눌 경우,  $n$ 개의 인구 중심점을 구할 수 있다. 이때 각각의 인구 중심점에 대한 수요 규모가 계산되어야 하는데, 전체 인구 수가 100명일 경우, 네 개의 인구 중심점에 전체 인

구수인 100명이 배분되어야 한다. 이를 위하여 앞에서 제시한 주택 유형과 유형별 가중치를 적용하여 총 수요량을 배분할 수 있다. FIGURE 3과 같이  $n$ 개의 인구 중심점이 갖는 수요 규모는 각 소단위내에 포함되는 주택 유형과 건물 수에 따라 달라지며 이러한 주택 유형별 수요 분포 및 분산을 반영하기 위하여 주택 유형별 세대수를 기준으로 가중치를 적용하였다. 물론 각 주택별로 거주하는 인구수가 가장 정확한 수요 규모 정보이지만 현실적으로 데이터 확보가 불가능하여 대안으로 주택 유형별 세대수를 기준으로 하였다. 이때 주택 유형별 가중치는 지역내의 전체 주택별 총 세대수에 해당 주택별 건물 개수를 나눈 값이 되며 (식 1 참조) 아파트, 연립주택, 단독주택 순으로 가중치가 점차 낮아지기 때문에 실제 인구의 거주 상태를 반영할 수 있게 된다. 이와 같은 과정을 거쳐 하나의 행정 구역 혹은 지역 단위의 수요 규모(인구수)를 여러 개의 세분화된 소규모 단위로 분산하여 배분할 수 있다.



단, 지역내 총수요량은 100, 단독주택 10개, 연립주택 6개, 아파트 4개

가중치의 총합 = 주택 유형별 (건물수 × 가중치)의 합

$$(10 \times 1) + (6 \times 5) + (4 \times 10) = 80$$

각 셀의 가중치 전체 합 = 각 셀에 포함된 주택 유형별 (건물수 × 가중치)의 합

$$1: (2 \times 1) + (1 \times 5) + (1 \times 10) = 17$$

$$2: (2 \times 1) + (1 \times 5) = 7$$

$$3: (3 \times 1) + (2 \times 5) + (1 \times 10) = 23$$

$$4: (3 \times 1) + (2 \times 5) + (2 \times 10) = 33$$

FIGURE 3. 인구 중심점의 수요 규모 결정 과정 사례

### 3. 인구 중심점간 거리 계산

인구 중심점은 실제 도로망 위에 위치하지 않는 경우가 많으므로 인구 중심점간 직선거리를 이용하여 거리를 측정할 수 밖에 없다. 그러나 직선거리는 실제 이동 거리보다 축소·확대되는 경우가 있어 현실을 제대로 반영하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 기존 도로망을 이용하여 거리를 측정하기 위하여 FIGURE 4와 같은 3가지 방식을 고안하였다.

FIGURE 4의 (가)는 인구 중심점에서 가장 가까운 결절점에 수요를 다시 배분하여 기존의 도로망과 결절점을 이용하여 거리 측정에 이용하는 것이다. 그러나 이 경우는 하나의 결절점이 인접한 여러 개의 인구 중심점으로부터 수요를 배분받게 되고 입지-배분 모형의 적용 단계에서 결절점을 수요점으로 간주하여 점간 거리를 기존 도로로 측정하므로 중심점이 모형에 실제로 사용되지 않는다. 이를 보완하기 위하여 FIGURE 4의 (나)와 같이 인구 중심점에서 가장 가까운 결절점을 연결하는 도로를 추가하여 새로운 도로망을 작성한 후 이용할 수 있다. 그러나 그림 4의 (나) □ 부

분과 같이 인접한 도로에 결절점이 없을 때는 멀리 떨어진 도로의 결절점과 인구 중심점이 연결되는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 시설물 이용자는 가장 가까운 도로를 이용하여 시설물에 접근할 것으로 가정하여 FIGURE 4의 (다)와 같이 인구 중심점에서 가장 가까운 도로망을 직선으로 연결하는 도로가 추가된 새로운 도로망을 작성하여 위상(topology) 관계를 정립함으로써 인구 중심점이 가지는 본래의 위치와 수요 규모를 이용할 수 있도록 하였다.

### 입지-배분 모형 적용 및 결과 분석

이상과 같은 과정과 방법을 통해 수요 데이터를 구축한 후 인구 중심점을 잠재적인 서비스 공급지점으로 간주하고 입지-배분 모형에 적용한 후 가상의 시설물 4개를 설치할 경우, 최적입지와 수요지에서 시설물까지의 총이동거리 및 평균이동거리 값을 분석하였다. 연구에 사용된 Arc/Info 9.0에서는 서비스 목적 및 제약조건에 따라 6가지 유형의 입지-배분 모형을 제공하고 있다(TABLE 1 참고).

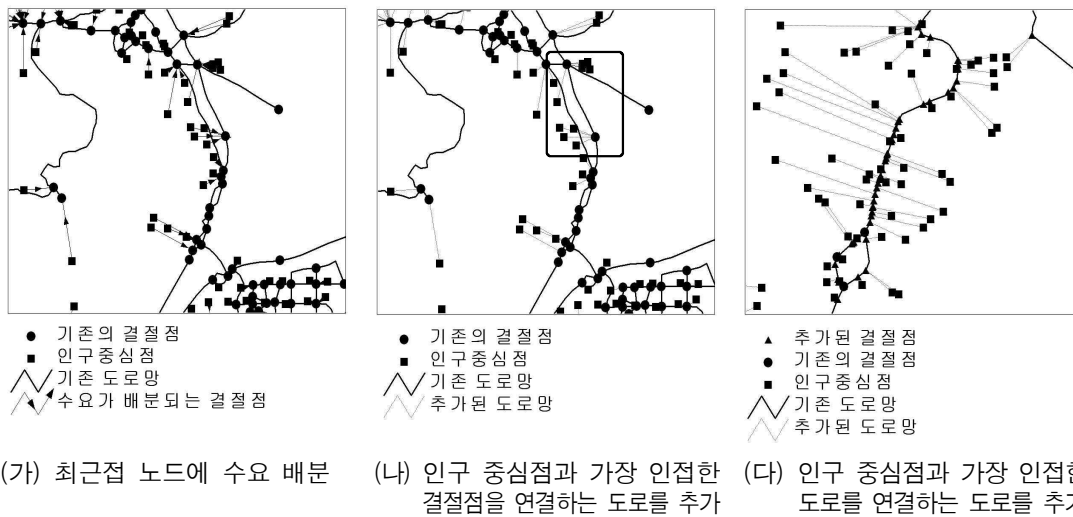
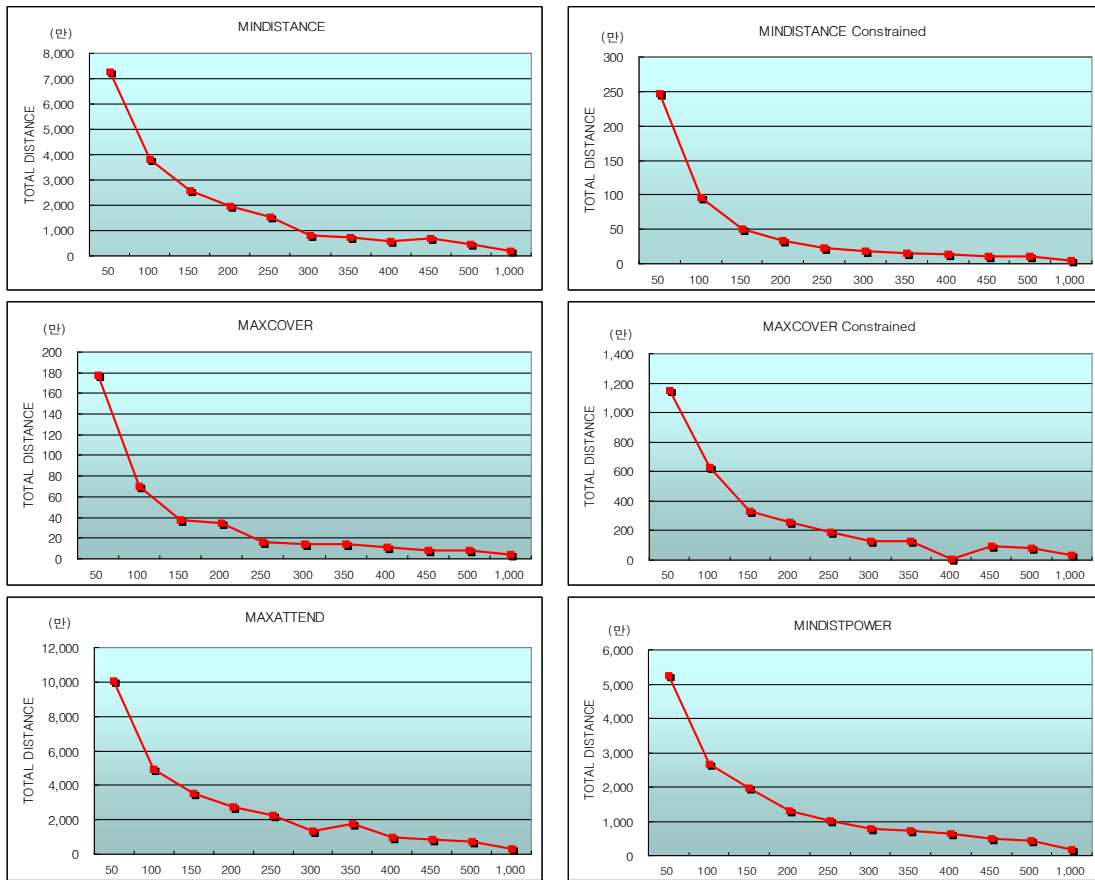


FIGURE 4. 인구 중심점을 이용한 거리 측정의 방법 비교

TABLE 1. 입지-배분 모형의 유형

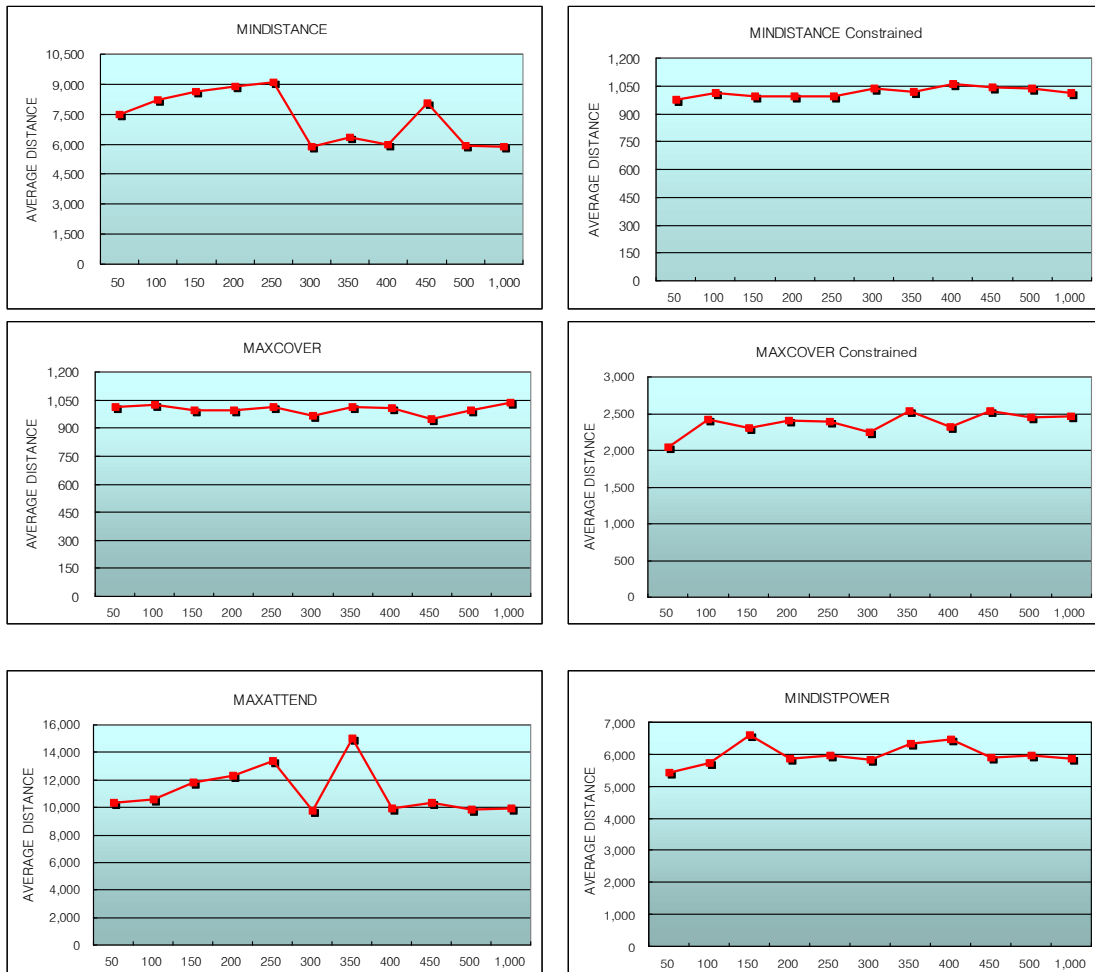
유형	목적	거리측정방식	제한요소
MINDISTANCE	총이동거리 최소화	선형	없음
MINDISTPOWER	총이동거리 최소화	거리제곱합수	없음
MINDISTANCE (constrained)	총이동거리 최소화	선형	거리제한(수요는 할당된 시설물에서부터 한정거리범위 내에 존재)
MAXCOVER	포함영역 최대화	선형	포함영역제한(시설물에서부터 한정거리 범위 내에 있는 수요 포함)
MAXCOVER (constrained)	포함영역 최대화	선형	두 개의 포함영역제한(시설물에서부터 한정거리 범위 내에 있는 수요 포함)
MAXATTEND	수요 최대화	거리조락합수	없음



X축: cell size

FIGURE 5. 입지-배분 모형 유형별/방향격자망별 총이동거리 결과값





X축: cell size

FIGURE 6. 입지-배분 모형 평균이동거리 결과값

시설물의 서비스 목적에 따라 선택하는 유형이나 제약조건이 달라질 수 있고 이에 따른 모형 적용의 결과값도 달라지므로 실제 시설물의 입지 문제에 입지-배분 모형을 이용할 때는 이에 대한 충분한 고려가 필요하다. 본 연구에서는 임의의 제약조건을 이용, 수요점을 잠재적인 시설물의 입지 후보지로 가정하여 입지-배분 분석을 시도하였다. 특히 창원시 도시계획조례를 참고하여 개발행위가 허가되는 경사 15°이하, 고도 50m 이하(제21조) 지역과 개발제한구역과 시설물 보호지역을 제외한 도

시계획구역에 포함되는 인구 중심점, 즉 수요점만을 입지 후보지로 간주하여 입지-배분 모형을 적용하였다.

그 결과 선정된 시설물의 최적입지와 수요지 사이의 총 이동거리는 셀의 크기가 감소할수록 증가하는 경향이 뚜렷하게 나타나는데 이는 셀의 크기가 작을수록 시설물의 중심에서 각각의 주택 폴리곤을 대상으로 거리가 계산되는 경우가 증가하기 때문이다. 즉 각각의 셀에 통합되는 주택 폴리곤이 적어 각각의 중심점이 실제의 인구 분포를 반영하기 때문이다(FIGURE 5 참고).

특히 셀의 크기가 50m에서 100m로 증가할 때 총이동거리가 급격하게 감소하고 있는데 이는 50~100m 범위 내에서 건물 폴리곤 중심점의 통합 수준이 높아져 실제의 인구 분포가 단순화·일반화된 것이다. 창원시의 경우 도시 계획 단계에서 주택지가 단면 40~50m, 장면 140~150m를 기준으로 구획된 경우가 많기 때문에 이 범위 내에서 적절한 구획화를 시도하

는 것이 바람직한 것으로 본다. 평균이동거리의 경우 총이동거리와 달리 뚜렷한 변화 패턴을 보이고 있지 않다. 특히, 셀의 크기가 300m일 때 전반적으로 각 수요지에서 시설물까지의 평균이동거리가 가장 적어 공간적 효율성 (spatial efficiency) 및 형평성(equity)이 좋은 결과를 보이고 있다(FIGURE 6 참고).

그러나 300m 셀로 구획화를 할 경우 수요

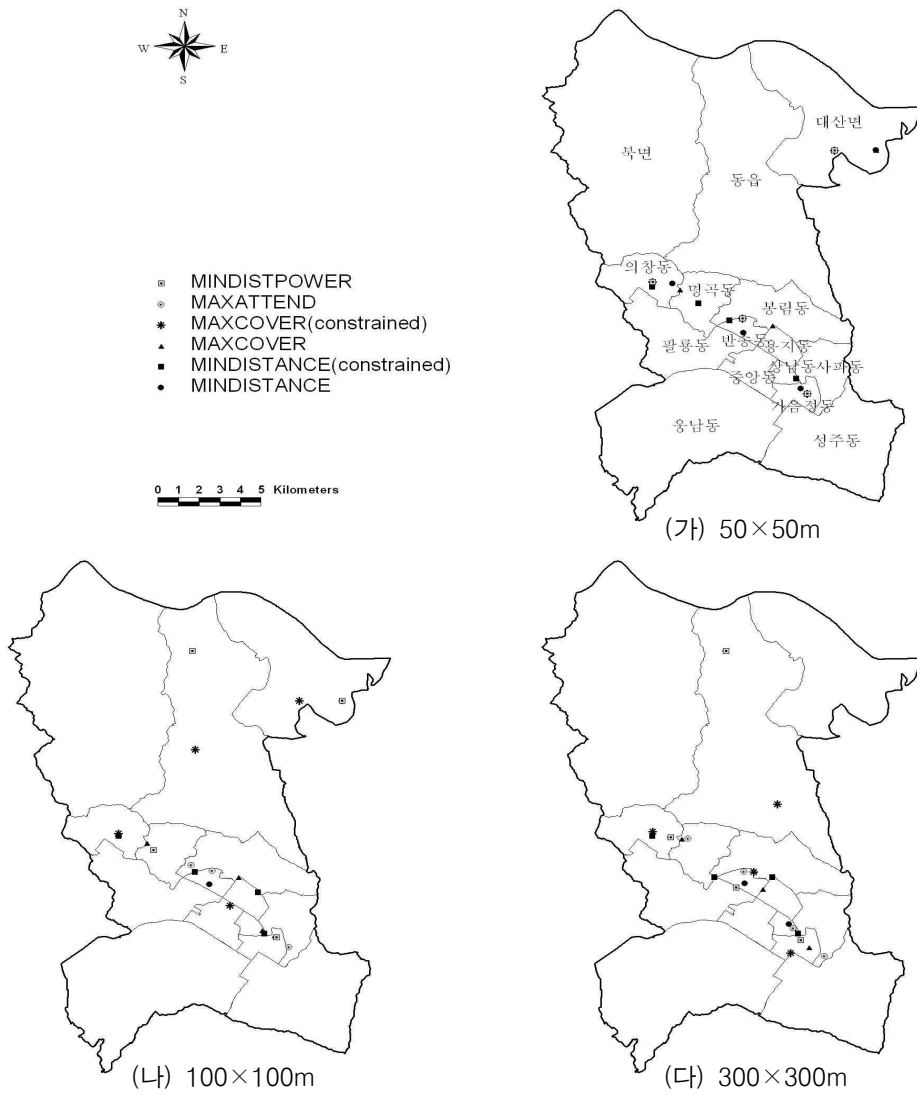


FIGURE 7. 방형격자망의 크기 변화에 따른 최적입지의 위치 변화

의 통합 정도가 높아지기 때문에 이 결과만으로 300m 셀로 구성된 방형격자망이 가장 적합하다고 결론짓기는 무리가 있다.

방형격자망의 크기에 따라 총이동거리와 평균이동거리 결과값 뿐만 아니라 최적입지의 위치 역시 달라질 수 있다(FIGURE 7 참고). 이는 방형격자망의 크기에 따라 인구 중심점의 개수, 위치, 수요 규모가 변화하는 것 외에도 최적화를 추구하는 목적이 다른 입지-배분 모형의 각 유형별 차이 및 최대허용거리 등과 같은 제약조건에 영향을 받기 때문이다.

방형격자망의 크기 변화에 가장 민감한 50~100m 구간과 평균이동거리 결과가 가장 양호했던 300×300m 셀을 이용할 경우 각 유형별 최적입지를 나타낸 FIGURE 7에 의하면 기존 시가화지역인 창원시의 경우 최적입지의 위치가 큰 변화를 보이지 않는데 반해서 비시가화지역인 창원군에서는 변화가 큰 폭으로 나타나고 있다. 이는 인구가 밀집되어 있는 시부(市部) 지역이 군부(郡部) 지역에 비해 방형격자망의 변화에 덜 민감하다는 것이므로 인구 밀집 지역과 비밀집 지역간의 구역화 크기를 적절하게 재조정할 필요가 있다는 의미로 해석될 수 있다.

## 결론

입지 분석과 관련된 GIS의 공간분석에서 분석 단위에 적합한 수요 규모 데이터를 획득하는 것은 분석의 질 뿐만 아니라 GIS의 공간 분석 능력을 향상시키는데 필수적이다. 그러나 지금까지의 수요 데이터 이용 방법은 주어진 행정 구역 혹은 조사 공간에 인구가 균등하게 분포하고 수요의 규모가 동일하다는 비현실적 가정과 분석 지역 내 하천이나 큰 도로 등과 같이 거대한 장애물을 무시한 채 행정구역의 중심점(centroid)이나 결절점을 이용하여 왔다.

본 연구에서는 이러한 분석상의 가정과 현실 적용상의 한계를 극복하고 하나의 대안으

로 주택 가중치를 이용한 수요 규모 데이터 배분 방법을 제안하였다. 즉 지역을 일정한 크기의 구획으로 나누어 각 구획별로 주택 유형에 따른 가중치를 부여한 후 인구 중심점을 추출함으로써 수요점의 위치나 수요 규모를 조절하였다. 이 방법은 수요의 양적, 질적 상태를 가중치로 부여할 수 있는 보다 많은 논의를 통해 수요의 분포 상태에 민감한 일반상점과 같은 사적 시설물(private facility) 뿐만 아니라 학교, 병원 등과 같은 공공 시설물(public facility) 등의 입지-배분 분석에 필요한 데이터를 가공하고 제공할 수 있을 뿐만 아니라 공간의 전반적인 인구 분포나 밀도 등의 패턴을 파악하는 공간분석 기법이 될 수 있을 것이다. 또한 이러한 방법으로 넓은 규모의 행정구역을 대신하여 연구 대상에 따라 다양한 크기의 세분화된 지역에 맞는 수요 규모를 산정할 수 있으며 실제적인 도로 중심의 이동 패턴을 감안한 입지 분석에 효과적으로 적용될 수 있다.

본 연구는 GIS 환경에서 활용할 수 있는 점형의 수요 데이터 이용 방법을 개발하고 이를 입지-배분 모형에 적용해 보고자 하였으나 다음과 같은 한계를 가진다. 우선 본 연구에서는 인구 중심점을 추출하기 위한 통합공간단위로 방형격자망을 사용하였다. 창원시의 경우 우리나라의 대표적인 신도시로 도시 계획 단계에서 필지를 격자망 형태로 나누었기 때문에 방형격자망을 이용한 구역화가 어느 정도 정당성이 있을 것으로 볼 수 있다. 그러나 인구 밀집 지역과 희박 지역을 동일한 크기의 격자망으로 분할하는 것이 다소 작위적이며, 동일한 생활권 지역이 서로 다른 격자망에 포함되는 등의 문제가 있을 수 있다. 따라서 주택의 군집별로 묶는 등의 보다 정교한 구역화 기법의 개발이 필요하다.

그리고 인구 중심점 기반의 수요 추정의 경우 중소도시 보다는 서울이나 부산 같은 인구 규모가 크고 복잡하며 행정동의 숫자가 많은

대도시 지역이 수요 규모 추정 방법의 효과성이 클 수 있다. 이를 위하여 대도시를 대상으로 한 연구가 차후로 진행될 필요가 있다.

또한 본 연구에서는 창원시 전체를 대상으로 연구의 편의성과 분석의 효율성을 위해서 1:25,000 축척의 수치지도가 사용되었지만 건물 정보의 누락을 방지하고 보다 세밀한 건물의 추출을 위해서 1:25,000 축척보다 대축척의 기본수치지도를 사용할 필요성이 있다. 이를 위하여 차후 연구에서는 다양한 축척별 주택 유형별 가중치에 대한 수요 규모 추정의 변화가 함께 연구될 필요가 있다. **KAGIS**

## 참고 문헌

- 구자문. 1999. 도시분석을 위한 인구주택센서스와 GIS의 연계활용방안 연구: 수치지도의 보완과 센서스트랙의 결정. 한국지리정보학회지 2(2):27-44.
- 김광식. 1993. 도시공공서비스 시설의 동태적 입지-배분에 관한 연구: 서울 강남지역 시립도서관을 중심으로. 국토계획 28(4):109-137.
- 김영. 1999. 신도시계획을 위한 공공시설 배치모형에 관한 연구. 생산기술연구소논문집 8권:53-69.
- 노혜진. 1996. 공공시설의 입지 모형 분석 및 적지 선정 방안: 진주시청을 중심으로. 경상대학교 석사학위논문. 76쪽.
- 배진모. 1992. 도시공공서비스시설 입지에 관한 연구: 하남시를 중심으로. 성균관대학교 석사학위논문. 86쪽.
- 서미아. 2000. 안양시청사의 최적입지에 관한 연구. 이화여자대학교 석사학위논문. 77쪽.
- 선병수. 1987. 공공시설 입지모형에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문. 41쪽.
- 심동혁. 1989. 도시공공서비스시설의 입지분석에 관한 연구: Bach의 접근성모형을 중심으로. 연세대학교 석사학위논문. 98쪽.
- 전경숙. 1992. 광주시 유아교육기관의 적정 입지-배분에 관한 연구. 지리학 28(3):208-231.
- Birkin, M., G. Clarke, M. Clarke and A. Wilson. 1999. Intelligent GIS. GeoInformation. Cambridge, U.K. 292pp.
- Bowerman, R.L., P.H. Calamai, and G.B. Hall. 1999. The Demand Partitioning Method for Reducing Aggregation Errors in p-median Problems. Computers and Operations Research 26:1098-1111.
- Casillas, P.A. 1993. Data aggregation and the p-median problem in continuous space. In: A. Ghosh and G. Rushton (eds.). Spatial Analysis and Location-Allocation Models. Van Nostrand Reinhold Company, NY, USA, pp. 327-344.
- Church, R.L. 1999. Location modeling and GIS. In: P.A. Longley et al. (ed.). Geographical Information Systems: principles, techniques, management and applications. John Wiley and Sons, NY, USA, pp. 293-303.
- Longley, P. and G. Clarke. 1995. GIS for business and service planning. John Wiley and Sons, NY, USA, 316pp. **KAGIS**