

GWR 접근법을 활용한 부동산 감정평가 모형 연구 :
서울시 아파트를 사례로*
GWR Approach for Real Estate Appraisal :
The Case of Seoul Apartment

강 창 덕
Kang, Chang Deok
서울시립대학교 연구교수

< 목 차 >

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| I. 서론 | IV. GWR 접근법의 서울시 아파트 시장 적용 |
| II. 이론의 검토 | V. 활용방안 |
| III. 분석자료와 분석방법 | VI. 결론과 향후 연구과제 |
-

< Abstract >

주요단어 : 부동산 감정평가, 아파트, GWR, 서울시
Keywords : real estate appraisal, apartment, GWR, Seoul

This study aims to suggest how to apply Geographically Weighted Regression to real estate appraisal through empirical research for Seoul apartment market. Five key conclusions can be drawn based on the GWR modeling. First, this study confirms that housing market in Seoul might contain diverse types of submarkets in terms of housing attributes, transportation and location, amenity, education attributes, and socioeconomic characteristics. These findings would be considered in housing appraisal. Second, the GWR model found the spatial variation of each characteristics of Seoul apartment. The result would complement the caveat of hedonic price models. Third, real estate appraisers would consider the weight on each attributes of housing from spatially-varied relation between housing price and characteristics. Fourth, the local R-Square value from GWR models reveals whether aspatial or non quantitative variables determine housing price. Finally, the GWR modeling using apartment market price and statistical inference technique would apply to local housing price index.

* 이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2009-413-D00001).

개 요

이 연구는 Geographically Weighted Regression(GWR) 접근법을 서울시 아파트 실거래가 자료에 적용하여 부동산 감정평가방법으로 활용할 수 있는 방안을 제시하였다. 이 연구의 결과는 첫째, 주택 가격과 주택 특성간 관계를 분석했을 때 서울시 주택시장은 여러 이질적인 주택하위시장으로 구성되어 있음이 밝혀졌으며, 이를 부동산 감정평가 과정에 활용할 수 있다. 둘째, 주택 특성의 가격 효과가 국지적으로 다름을 확인할 수 있으며 이는 기존의 헤도닉 가격 모형의 단점을 보완할 수 있다. 셋째, 주택 가격에 미치는 요인이 국지적으로 다르며 감정평가시 가중치를 다르게 하는 데 활용할 수 있다. 넷째, 특정지역의 주택 가격 형성에 비공간 변수나 계량화하기 어려운 요인이 영향을 미치는 지 진단할 수 있다. 끝으로, 향후 공간 가중치를 반영한 주택 가격 지수를 만드는 데 응용할 수 있을 것이다.

1. 서론

1. 연구배경

부동산이 일반 상품과 다르다는 것은 널리 알려져 있다. 때문에 부동산 감정평가 방법도 부동산 특성에 따라 달라져야 한다. 부동산의 특성은 크게 물리적 특성, 경제적 특성, 제도적 특성으로 구분할 수 있다(이정전, 2009). 이러한 특성을 발현시키는 근본적인 원인은 부동산을 쉽게 옮길 수 없다는 비이동성 또는 고정성과 입지조건에 의해 각기 가치가 달라지는 이질성에 의한 국지적 시장 형성이다. 이러한 측면은 부동산의 수요와 공급 측면에서 극명하게 나타난다. 먼저, 부동산 수요는 공간적으로 분절되어 있고 그에 따라 공급되는 부동산도 달라져야 한다. 이를 국지적으로 각기 다른 수요곡선과 공급곡선이 형성되는 것으로 해석한다면 그 균형의 결과로 부동산 가격의 공간적 차별화가 나타난다.

주요 부동산 시장의 하나인 주택시장을 단일의 동질 단위로 보는 시각은 도전받고 있다. 이러한 시각에 의한 주택 가격 감정평가, 주택 정책, 민간의 의사결정의 효과성이 상대적으로 낮기 때문이다. 먼저, 기존의 대표적인 주택 감정평가 방법인 헤도닉 가격 모형(Hedonic Price Models)은 주택 가격의 결정요소를 포착하는 데 효과적이지만, 공간적으로 다양하고 이질적인 주택 하위시장의 특성을 반영하는데 일정한 한계가 있다. 또한, 공간적 특성을 반

영하지 못하는 주택 정책은 그 정책효과가 적거나 혹은 의도하지 않는 효과를 낼 수 있다. 예를 들어 주택시장의 과열을 막기 위해 주택 금융의 대출을 규제하는 경우, 과열 주택시장의 투기적 수요를 막는 효과를 얻을 수 있으나, 정작 주택 금융이 필요한 계층의 실수요까지 막는 부작용을 낳을 수 있다. 민간의 주택 투자 의사결정에서도 주택하위시장을 정확하게 이해하는 것이 필수적이다. 각 주택하위시장별로 수요와 공급 특성이 다르기 때문에 각 시장별로 다른 수요에 맞는 주택 공급이 사업의 성패를 좌우한다. 또한, 현재 공급되고 있는 주택의 공간 분포를 읽어 차별화된 주택 공급이 투자율을 높이게 된다. 이에 따라 주택시장을 여러 주택하위시장의 결합된 형태로 보는 시각이 갈수록 주목받고 있다. 이러한 논의는 주택의 기본적인 특성인 공간적 고정성, 장기간 지속성, 주거 서비스의 이질성 등으로 인해 단기적으로 주택의 수요와 공급이 비탄력적이라는 점에서 출발한다(이중희, 1997). 단기에 변동하는 주택 수요에 장기간동안 주택 공급이 필요하여 주택 시장은 경제학에서 말하는 균형 상태에 도달하지 못하며, 주택 가격 측면에서 여러 하위시장으로 나누어진다. 결국 주택 시장은 단일의 실체가 아니라 이질적이고 다양한 주택하위시장의 구성체이다.

2. 연구의 필요성

주택시장을 하나의 동질적 분석단위로 보고,

주택 가격에 영향을 미치는 요소의 잠재적 가격을 측정하는 대표적인 감정평가 방법은 헤도닉 가격모형이다(IAAO, 2008). 그러나 이 방법은 분석 사례별로 주택의 구조적 특성과 입지 특성의 주택 가격 설명력을 가려내는 데 효과적이지만, 주택하위시장의 공간적 패턴을 자세하게 찾아내기 어려운 한계가 있다. 물론 헤도닉 가격 모형에 행정구역(을 더미 변수로 넣어 분석하기도 하지만 특정한 행정구역내에서 주택 특성의 잠재가격이 동일하다는 전제에서 벗어나지 못한다. 때문에 주택하위시장의 공간적 분포와 특성을 통계적 방법을 통해 보여줄 수 있는 새로운 보완방법이 필요하다.

1990년대부터 미국과 유럽을 중심으로 주택하위시장 연구에 활발하게 적용된 방법은 Geographically Weighted Regression(지리 가중회귀분석, 이하 GWR) 접근법이다. 이 방법은 헤도닉 가격모형과 같이 주택의 구조적 특성과 입지 특성을 설명변수로 하고 주택 가격을 종속변수로 삼는다. 그 다음 각 사례별 특성의 주택 가격에 대한 계수를 추정하여 그 공간적 분포를 분석한다(Yu, 2007).

3. 연구 목적과 주요 내용

이 연구의 목적은 기존의 주택 감정평가 방법을 보완할 수 있는 대안으로 GWR 접근법을 제시한 후 서울시에 적용하고 활용방안을 논의하고자 한다. 여기서 주목할 점은 기존의 헤도닉 가격 분석을 대체하기보다는 주택 하위시장

의 공간적 차이점을 여러 측면에서 포착하여 기존 방법의 단점을 보완하는 대안을 제시한다는 것이다. 이를 위해 이 연구는 GWR 접근법을 서울시 아파트 실거래가 자료에 적용하여 서울시 주택가격에 대한 설명변수 계수의 공간적 특성을 살펴보고, 부동산 감정평가에 활용할 수 있는 방안을 찾아보고자 한다. 다시 말하면, 이 연구의 초점은 서울시 주택시장의 전반적인 특성을 살펴보고 활용방안을 구상하는 데 있으며, 특정 지역의 특이성에 대한 엄밀한 분석은 향후 과제로 삼고자 한다. 2006년부터 정부가 발표하고 있는 아파트 실거래가 자료는 시장의 수요와 공급을 직접적으로 반영하는 자료이다. 이 연구는 시계열 자료 취득의 어려움으로 인해 2008년 3월 서울시 아파트 실거래가 자료를 사용한다. 글의 전개는 먼저, 연구설계를 위해 기존의 관련연구를 살펴본다. 그 다음 실증분석에 사용할 분석 자료와 분석 방법을 소개한다. GWR 접근법을 적용한 분석 결과를 토대로 서울시 아파트 가격에 영향을 주는 변수 계수의 공간적 분포를 살펴보고 해석한다. 끝으로, 연구 결과를 요약하고 향후 부동산 감정평가에 대한 활용방안을 제시한다.

II. 이론의 검토

이 연구의 분석틀을 마련하기 위해 대표적인 부동산 감정평가 접근법인 헤도닉 주택 가격 모형의 내용과 한계, 주택하위시장 논의 동

향, 보완적 접근법인 GWR 방법에 대해 간략하게 살펴보고자 한다.

1. 헤도닉 주택 가격 모형의 내용과 한계

그동안 여러 연구들은 정확한 주택 가격을 산정하기 위해 다양한 방법을 사용하였다. 그 가운데 가장 대표적인 방법은 헤도닉 주택 가격 모형이다(Malpezzi, 2003; O'Sullivan, 2007). 이 방법은 대량가치평가(Mass Appraisal)를 위한 다중회귀분석으로 사용되고 있으며, 주택가격에 대한 여러 주요 연구의 방법론으로 자리 잡아 왔다. 이 분석방법의 기본 전제는 하나의 주택시장을 분석단위로 보고, 주택 가격에 영향을 주는 주택의 구조적 특성과 입지적 특성의 계수를 추정한다는 것이다(Rosen, 1974). 즉, 주택 가격을 설명하는 각 변수의 계수는 오직 하나라고 본다. 예를 들어, 주택 가격에 영향을 줄 수 있는 방의 수, 화장실의 수, 면적 등 주택 내부 특성과 지하철역까지 거리 등 입지 특성을 회귀분석모형에 넣어 보면 각 특성이 얼마나 주택 가격을 설명하는 지 알 수 있다. 즉, 각 주택 특성의 암묵적 가격(implicit price)을 찾아낼 수 있다는 장점이 있다.

오랫동안 주택가격 분석의 대표적인 모형으로 자리 잡아 왔던 헤도닉 주택가격 모형은 단일의 주택시장 개념이 국지적으로 다른 주택의 특성을 포착하는 데 약하다. 또한 방법

론적 측면에서 이 모형은 주택 특성과 주택 가격간 선형적 관계를 전제로 한다는 점이 비판받고 있다. 이는 헤도닉가격모형은 주택 가격과 주택 특성간 고정된 관계(stationary relationship)를 찾아내려 하지만, 주택이 공간적 자산이고 국지적으로 주택의 수요와 공급이 달라 주택 가격과 주택 특성은 선형적 관계가 아니라는 점 때문이다. 뿐만 아니라 주택 가격을 설명하는 중요한 변수를 누락시킬 수 있고, 주택의 수요와 공급의 복잡한 구조를 단순화시키는 한계가 있다(Mason and Quigley, 1996).

또한, 헤도닉 주택 가격 모형에서 추정된 각 설명변수의 계수값은 분석단위와 국지적 맥락에 따라 달라진다. 가령, 같은 설명변수를 사용해도 수도권을 분석단위로 하는 경우와 서울시의 특정 구를 단위를 하는 경우 계수 값이 상당한 편차를 보일 수 있다. 결국, 설명 변수의 각 계수가 보이는 국지적 편차를 고려할 수 있는 방법론이 필요하며, 이러한 방법론의 개선은 주택에 대한 감정평가 방법을 크게 개선할 수 있다.

2. 주택하위시장 논의와 부동산 감정평가

부동산 또는 주택 감정평가부문에서 부동산 가격의 국지적 차이가 중요해지면서 전체 부동산 시장의 변화뿐만 아니라 하위시장의 역동적인 특성에 대한 관심이 크게 높아지고 있다.

부동산의 국지적 특성이 가격 형성에 보다 크게 기여하기 때문이다. 새로운 방법론은 분석 대상을 보는 새로운 시각에서 비롯된다는 점에서 기존의 헤도닉 가격모형을 보완하는 방법 또한 주택하위시장의 논의에 기반을 두고 있다. 여기서 소개하는 주택하위시장에 대한 논의는 부동산 감정평가에 대한 새로운 시각이 필요함을 일깨우고 있다.

1990년대 중반 이후 본격적으로 주택하위시장에 대한 논의가 진행되면서 주택 시장을 단일의 동질적인 단위가 아니라 동질적인 여러 주택하위시장간 연계된 단위로 보는 시각이 광범위한 지지를 받고 있다(Maclennan and Tu, 1996; Goodman and Thibodeau, 1998; Whitehead, 1999). 즉, 주택하위시장은 대도시권 주택시장의 하위단위이며, 주택시장의 특성은 각 하위시장별로 다르지만, 같은 하위시장 내에서 갈을 확률이 높다는 시각이다. 주택하위시장에 대한 초기 실증분석은 단일 주택시장에 대한 헤도닉 가격 분석보다 주택하위시장별 헤도닉 분석이 그 결과의 예측성이 높다고 주장한다(Bourassa et al., 2003). 비슷한 시기에 또 다른 연구는 헤도닉 가격 기법에 공간 요소를 대리할 수 있는 지역 더미를 포함한 결과 통계적 유의미성이 개선되었음을 보여주었다(Bowen et al., 2001). 그러나 지역 더미를 포함한 헤도닉 가격 기법은 지역별 계수는 알 수 있지만, 각 지역내 개별 사례의 특성에 대한 계수는 여전히 알 수 없는 한계가 있다. 반면, 앞으로 소개할 GWR

모형은 각 사례별 특성 계수의 공간적 분포를 포착할 수 있는 장점이 있다.

그동안 주택하위시장을 크게 주택의 공간적 요소 혹은 입지 특성과 주택의 구조 특성으로 나누어 파악해 왔다. 우선, 입지 접근법은 행정 단위나 사전에 설정한 공간 단위별로 주택시장의 차별성을 찾아내는 방식이다. 반면, 주택의 구조적 특성으로 주택하위시장을 구분하는 방법은 주택의 기본적인 특성인 면적, 방의 수, 주택의 종류 등을 이용하여 동질성을 갖는 주택시장을 설정한다. 이러한 분류방식은 개념적으로 가능하지만 실제 적용에서 많은 어려움이 있다. 우선, 입지 접근법에서 주택하위시장은 반드시 분석 전에 설정한 공간단위별로 분포하지 않는다는 점에서 한계가 있으며, 주택의 구조적 특성에 의한 분류방식은 각 특성의 가치가 공간상 다를 수 있음을 반영하지 못하는 단점이 있다. 즉, 같은 면적의 주택이라도 해당 지역의 수요 특성에 의해 그 가치는 크게 달라질 수 있기 때문이다.

주택 시장의 공간적 이질성은 국지적 주택 수요와 공급의 불일치에서 온다. 우선, 주택 공급 측면에서 구도심의 주택은 낡아서 최근의 수요를 반영하지 못한 채 오랫동안 주거 서비스를 제공한다. 주택은 장기간의 내구성을 갖기 때문에 급변하는 선호에 대응하지 못하는 것이다. 경제학적으로 말하면, 주택의 공급과 특정 지역의 입지 특성은 쉽게 변하지 않아 비탄력적이다. 반면, 주택에 대한 수요는 거주인의 소득 등 사회경제적 특성과 높은 이동성의

로 인해 공간상 매우 다양하고 빠르게 변한다. 또한, 공공재의 질적 수준과 조세 부담으로 인해 주택 수요층은 공간적으로 크게 달라진다(Tiebout, 1956). 유동적인 주택 수요는 공간적 집중하는 반면, 공급의 대응은 단기적으로 어렵다.

주택의 공간적 이질성을 분석할 수 있는 방법은 각 주택하위시장별로 헤도닉 주택가격 모형을 만드는 것이다. 여기서 문제는 어떻게 분석 전에 주택하위시장을 구분할 것인가이다. 공간적 이질성은 행정구역이나 그 어떤 인위적인 기준과 일치하지 않으며, 공간상 대체로 연속적으로 나타나기 때문이다. 개별 주택의 특성과 인근 지역 특성의 분석단위가 달라 일부 연구는 다층모형(Multilevel Models)을 사용하기도 하였다(Orford, 2000). 그러나 다층모형의 장점에도 불구하고, 주택의 공간적 이질성은 반드시 행정구역이나 사전에 규정된 공간단위별로 일정하게 분포하지 않는다는 측면에서, 방법론적 한계를 가질 수밖에 없다. 즉, 주택가격에 대한 주택 특성과 입지 특성의 영향력은 행정구역 경계를 넘어서 나타날 수 있다. 한편, 불가피하게 행정구역별 자료와 개별 주택의 자료를 동시에 사용하는 경우 다층모형은 여전히 유용한 접근방법이다.

부동산 감정평가는 부동산 시장 분석, 부동산 개발, 부동산 금융 부문의 합리적인 의사결정을 지원하는 핵심부문이다. 특히, 부동산 가격을 정확히 알기 어렵고 외부 조건의 변화에 민감하게 반응한다는 점에서 부동산 하위시장

내 개별 부동산별로 내외부 특성에 대한 가격 민감도를 보여줄 수 있는 방법이 필요한 상황이다.

3. 주택하위시장과 GWR의 적용

여전히 주택하위시장을 어떻게 정의하고 분석할 것인가에 대한 논의는 그리 단순하지 않다. 일반적으로 크게 주택의 구조적 특성, 지리적 입지, 수요 집단, 구조와 입지간 상호작용 등으로 주택하위시장을 규정한다(Schnare and Struyk, 1976; Watkin, 2001). 여러 경험연구를 통해 가장 일반적으로 사용하는 변수는 주택의 구조적 특성과 지리적 입지 변수이다. 아울러 방법론 측면에서 GWR이 헤도닉 주택 가격 모형의 한계를 보완할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다(Brunson et al., 1996; Fotheringham, A. et al., 2002). 이 접근법은 주택 가격과 주택 특성간 관계를 선형적으로 규정하지 않으며, 지리적으로 다양한 계수 추정을 허용하는 장점이 있다.

이미 앞서서도 지적한 바와 같이 주택 가격은 주택 자체의 특성뿐만 아니라 인근 지역의 특성에 직접적인 영향을 받는다. 곧 인근 지역의 질적 수준이 주택 가격을 일정 부분 결정한다. 그동안 여러 연구는 인근지역의 특성을 대변할 수 있는 접근성, 토지이용, 사회경제적 특성 등의 변수를 헤도닉 주택 가격 모형에 넣어 분석하여 왔으나, 주택 시장의 공간적 이질성을 효과적으로 포착하는 방법은 GWR 접근

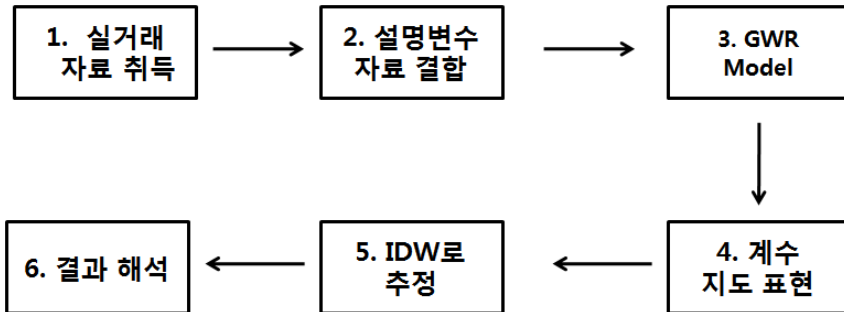
법이라는 것이 대체적인 학계의 시각이다. 이 방법은 각 사례별로 각기 다른 특성 계수를 계산할 뿐만 아니라 각 사례의 분석 후 국지 결정계수(Local R-Square)와 잔차를 보여주는 장점이 있다. 그동안 GWR 방법을 주택 시장에 적용한 연구는 많지 않으나, Farber와 Yeates(2006)와 Paez(2005)는 GWR 접근법이 일반 회귀분석에 비해 통계적 설명력이 높고, 공간적 이질성의 공간적 패턴을 명확하게 보여주고 있음을 사례연구를 통해 증명하였다. 또한, 미국 Tucson 지역의 주택시장을 대상으로 공간적 확장모형(Spatial Expansion Model)과 GWR을 비교한 연구는 GWR방법이 설명력과 예측력 측면에서 공간적 확장모형보다 우수한 분석방법임을 보여주었다(Bitter 외, 2006). 국지가중 회귀분석(Locally Weighted Regression) 방법에 의한 주택가격 지수 분석은 차후에 GWR로 자리잡은 방법과 유사한데, 기존의 모수추정기법에 비해 비모수추정기법이 통계적 적합성이 높음을 입증하였다(Meese and Wallace, 1991). 국내 주택하위시장에 대한 연구는 그리 많은 편은 아니다. 먼저, 수도권 주택시장을 공간구분과 통계에 의한 시장구분으로 나누어 검증한 연구는 주택하위시장들에 의한 분석이 유의미함을 증명하였다(김주영, 우경, 2004). 다른 연구는 군집 분석을 통해 아파트 개발이 활발한 용인시의 주택하위시장 분화현상을 주택 특성, 교통요인, 사회경제적 요인 등 다양한 측면에서 진단하고 해석하였다(주경식, 박용우, 2010). 서

울시의 주택의 멸실과 공급에 따른 주택가격의 변화 또한 주택하위시장 단위별로 다르게 나타나고 있다는 점도 주택하위시장 분석의 필요성을 강조한다(남진, 김진하, 2009). 주택 공급의 변화가 가격에 주는 영향 정도는 국지적 맥락이 좌우한다. 주택하위시장에 대한 활발한 논의와 이에 적합한 GWR기법의 도입은 주택정책과 주택관련 민간의 의사결정을 크게 개선할 것으로 기대된다. 본 연구의 방법과 같은 GWR모형을 건강 관련 삶의 질에 적용한 국내 연구는 일반 회귀분석의 기본 가정인 관측치의 독립성과 오차의 동분산성을 공간자료가 위배하기 때문에 GWR방법이 공간분석에 적합함을 주장하고 실증 분석을 통해 공간적 이질성을 효과적으로 포착함을 보이고 있다(조동기, 2009). 아직 GWR접근법을 부동산 감정평가와 직접적으로 접목한 연구가 많지 않다는 점에서 이 연구의 사례 분석은 방법을 적용한 예시를 보여줄 뿐만 아니라 향후 활용방안을 논의하는 데 많은 시사점을 제시해줄 것이다.

III. 분석자료와 분석방법

1. 분석자료와 모형 구성

이 연구는 자료 취득의 어려움으로 인해 2008년 서울시 아파트 실거래가 자료를 사용하는 횡단면연구(Cross-section Study)를 한다. 이 자료는 2008년 3월에 거래된 아파트



〈그림 1〉 연구구상도

의 거래가격, 지리적 위치, 층, 면적 등에 대한 정보를 담고 있다. GWR 방법을 서울시 주택 시장에 적용하기 위해 각 사례의 주소를 근거로 하여 점 지도(point map)를 만들었다. 그 다음 주택 가격에 대한 설명변수를 추가하기 위해 사례가 자리 잡고 있는 각 사례의 층과 면적, 교통입지정보(시청, 지하철역, 개발제한구역에 대한 거리), 교육 특성을 보기 위한 고등학교와 중학교에 대한 거리, 인근 상권에 대한 거리, 인근 공원에 대한 거리, 인구 및 고용 밀도를 측정하여 각 사례와 결합하였다. GWR 모형은 변수간 다중공선성에 민감하기 때문에 여러 번의 시행착오를 거쳐 변수를 선정하고 분석하였다. 교통입지정보에서 다중공선성 발생의 우려로 모형에 포함하지 않은 변수는 인근도로와 버스 정류장에 대한 거리이다. GWR 방법으로 각 사례의 특성별 계수를 추정한 다음, 각 계수를 지도로 표현하였다. 끝으로 각 계수의 시각적 단순화를 위해 IDW(Inverse Distance Weighted)방법으로 서울시 지도에 다시 표현하였다. 이 연구 순서를 그림으로 표

현하면 〈그림 1〉과 같다.

실증모형에 사용한 데이터의 내용과 출처는 다음 〈표 1〉과 같다. 이미 앞에서 밝힌 바와 같이 실증모형의 종속변수는 2008년 3월 거래된 서울시 아파트 실거래가격이다. 모형의 설명변수로 먼저, 주택특성은 실거래가 자료에서 추출한 개별 아파트의 층과 면적이며, 교통 및 입지 특성은 지하철 역, 개발제한구역, 시청, 핵심 상권에 대한 직선거리이다. 여기서 개발제한구역은 강이나 녹지 어메니티 제공기능이 있지만, 개발제한구역이 대체로 행정경계인 점을 감안하여 교통 및 입지 특성에 포함시켰다. 별도로 어메니티 특성은 공원에 대한 직선거리로 측정하였다. 이 연구에서 사용한 공원은 서울시 도시기본계획상 도시자연공원, 근린공원, 기타공원(올림픽공원, 강변공원) 등을 의미한다. 교육 특성은 크게 전체 고등학교와 중학교에 대한 거리를 학교시설에 대한 접근 가능성 추정을 위해 포함시켰다. 사회경제 특성은 인구밀도와 고용밀도이며, 인구와 고용을 동별 면적으로 나눈 ha당 인구와 종사자

〈표 1〉 자료출처와 내용

변 수	자료출처	내 용
아파트 실거래 가격	국토해양부 아파트 실거래가 자료	2008년 3월 서울시 아파트 실거래가
주택 특성		
층	국토해양부 아파트 실거래가 자료	2008년 3월 서울시 아파트 층수
면적(평방미터)	국토해양부 아파트 실거래가 자료	2008년 3월 서울시 아파트 면적
교통 및 입지특성		
지하철 역 직선거리(m)	서울시 자료	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
개발제한구역 직선거리(m)	서울시 자료	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
시청 직선거리(m)	서울시 자료	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
핵심 상권 직선거리(m)	중소기업청 400개 핵심 상권	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
어메니티 특성		
공원 직선거리(m)	서울시 자료	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
교육 특성		
고등학교 직선거리(m)	서울시 자료	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
중학교 직선거리(m)	서울시 자료	각 아파트에서 직선거리 GIS로 측정
사회경제 특성		
인구밀도(명/ha)	서울통계	인구/동면적
고용밀도(명/ha)	서울통계	고용/동면적

수를 의미한다. 아파트 거래가격은 국토해양부 자료이며, 그 외의 자료는 서울시와 중소기업청에서 얻었다. 본 연구의 모형은 자료 접근의 어려움으로 인해 아파트의 공용률, 향, 경관, 소음, 용적률, 건설회사 지명도, 입주연도, 고속도로진입로까지의 거리, 문화시설에 대한 거리 등은 포함하지 못하였다.

2. 분석방법

이 연구는 GWR을 서울시 주택하위시장의 특성 분석에 적용한다. 각 설명변수의 계수를 각 사례 단위로 저장할 수 있다는 장점이 있기 때문에 계수의 공간적 분포를 기준으로 주택하위시장별 특성을 찾아낼 수 있다. 이 방법은 1990년대 중반 이후부터 미국과 유럽의 주택 연구에서 호응을 얻으며 사용되었다. GWR은

다른 계량방법론과 달리 회귀 계수가 공간적으로 각각 다를 수 있음을 전제로 한다. 이해를 돕기 위해 회귀식과 GWR 회귀식을 비교하려 한다.

먼저, 회귀식은 다음과 같이 표현할 수 있다. 이 식은 주택가격 결정요인으로 주택의 구조와 입지만 한정된 경우이다.

$$P(H) = f(S, N) + \varepsilon \quad (1)$$

이 식에서 P(H)는 주택 가격의 벡터이고, f(S, N)은 주택의 구조적 특성(S)와 입지적 특성(N)이고, ε 는 잔차이다. 이 식에 따르면, 각 설명변수의 계수는 분석 단위별로 한 개만 계산할 수 있다. 즉, 서울시 전체 아파트 대상으로 하는 경우 각 주택의 특성과 입지 특성이 가격에 주는 영향력을 하나의 계수로 계산하여 보여준다.

앞의 회귀식을 GWR의 틀로 바꾸면 다음 식과 같다. 회귀식과 다른 점은 아래의 식은 공간상 경도와 위도를 감안하여 회귀분석을 한다는 점이다.

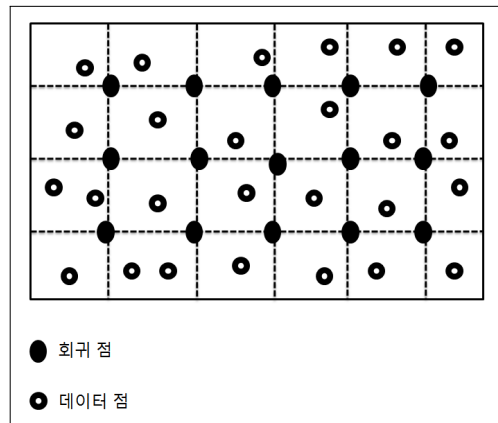
$$P_i(H) = f_i(S, N) + \varepsilon_i \quad (2)$$

이 식에서 i는 특정한 지리적 입지를 의미하고 다른 기호의 의미는 식 (1)과 같다. 식 (2)를 좀 더 구체적인 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$P_i(H) = \beta_{i0} + \beta_{iS}S_i + \beta_{iN}N_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

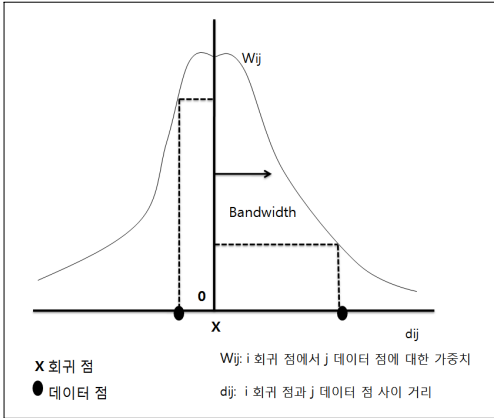
이 식에서 β_{i0} 는 상수를 말하고, β_{iS} 와 β_{iN} 은 지리적으로 각기 다른 주택의 구조적 특성과 입지적 특성의 계수를 의미한다. 회귀분석과 달리 GWR은 입지 i에 대한 공간적 근접성에 따라 각 입지의 계량자료에 각기 다른 가중치를 준다. 이 방식은 여러 회귀점을 할당하고 각 회귀점을 기준으로 일정한 공간거리내 사례에 대한 가중치를 준다. 이 가중치는 입지적으로 가까이 있으면 더욱 영향력이 강할 것임을 반영한다. 아래 <그림 2>와 <그림 3>은 회귀점을 기준으로 각 데이터 점에 대해 공간 가중치를 주는 논리를 보여 주고 있다.

여기서 가중치를 만드는 방법은 크게 fixed kernel과 adaptive kernel 방식이 있다. 가중치를 만드는 대역폭(bandwidth)가 고정되



출처 : Fotheringham, A., C. Brunsdon, et al.

<그림 2> GWR 모형을 위한 회귀 점과 데이터 점 분포



출처 : Fotheringham, A., C. Brunsdon, et al.

〈그림 3〉 GWR의 공간가중치 적용의 논리

어 있는 경우는 fixed kernel이며, 사례수에 따라 다른 대역폭을 적용하는 경우는 adaptive kernel이 된다. 여기서 fixed kernel 방식은 일정한 공간적 범위내 사례를 기준으로 가중치를 만들기 때문에 사례수에 따라 가중치가 달라지는 단점이 있다. 이에 비해 adaptive kernel 방식은 일정한 수의 사례를 기준으로 하기 때문에 좀 더 안정적인 가중치를 계산할 수 있다. 따라서 이 방법이 연구지역의 비고정적 관계를 찾는 데 보다 적합하다. 이러한 장점 때문에 이 연구도 adaptive kernel을 채택하였다.

AIC는 GWR 방법을 사용할 때 우선 설정되는 회귀점으로부터 어느 정도 대역폭(bandwidth)에 있는 사례를 선택할 것인가와 일반 회귀분석에 비해 GWR방법이 모형을 개선하는지를 판단하기 위해 사용한다. Adaptive kernel기법에서 통상 AIC(Akaike Inform-

ation Criterion)값이 가장 낮은 값을 갖는 공간적 범위를 선택한다. AIC를 계산하는 방법은 다음의 공식을 따른다.

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n \left(\frac{n + tr(S)}{n - 2 - tr(S)} \right)$$

이 공식에서 n은 총사례수이고, $\hat{\sigma}$ 는 잔차의 표준편차를 추정된 최우수값이다. tr(S)는 GWR의 hat 매트릭스의 기록이다. 이와 관련하여 $y = \widehat{S}y$ 인데 y와 \hat{y} 는 각각 종속변수의 벡터와 GWR 추정값을 나타낸다. AIC는 두 모형의 각기 다른 자유도를 고려하여 GWR이 일반 회귀분석보다 더 적합한 모형인지를 평가하는 기준이 된다. 즉, GWR의 AIC가 일반 회귀분석보다 작으면 GWR 모형이 더욱 개선된 것임을 나타낸다. AIC는 앞에서 설명한 회귀점에서 설정한 대역폭(bandwidth)과 독립변수의 구성에 따라 그 값이 달라진다. AIC가 가장 작은 모형이 더 나은 모형이며, 이 때 구한 AIC값은 회귀점에 대한 가중치를 구하는데 사용된다. 그 공식은 다음과 같다.

$$w_i = \frac{\exp(-AIC_i / 2)}{\sum_j \exp(-AIC_j / 2)}$$

여기서 w_i 는 회귀점 i에 대한 가중치이며, j는 각 개별 사례를 의미한다.

GWR 방법이 비고정적 관계를 전제로 하기 때문에 이를 검증할 필요가 있다. 추정된 모형

계수에 대한 ANOVA 테스트를 통해 GWR의 회귀분석 대비 모형 개선도를 살펴보고자 한다. ANOVA 테스트는 GWR 모형이 일반 회귀모형보다 더 나은 결과를 보여주지 않는다는 영가설(null hypothesis)를 검증한다. 일반 독자의 이해를 돕기 위해 일반 회귀모형과 GWR 모형의 특성을 비교해 보면 다음 <표 2>와 같다. 널리 사용되고 있는 일반회귀모형은 통상 연구 자료의 총합자료를 사용하여 각 독립변수별 단일 계수값을 찾으려 하는 반면, GWR 모형은 미시적 혹은 국지적 수준의 자료를 사용하여 각 사례의 특성이 갖는 계수의 공간적 분포를 찾을 수 있는 방법이다. 이러한 특성으로 인해 일반 회귀모형의 결과는 지도로 표현할 수 없지만, GWR 모형의 결과는 지도로 표현하여 전반적인 공간적 패턴을 살펴볼 수 있다. 또 다른 중요한 차이는 일반 회귀모형이 법칙이나 규칙성을 찾으려 하는 반면, GWR 모형은 국지적인 특성에 초점을 둔다는

것이다. 따라서 지역별로 각기 다른 특성을 한 눈에 볼 수 있다. 따라서 부동산 감정평가 과정에서 일반회귀분석과 GWR 모형을 보완적으로 사용할 수 있다.

3. 자료의 요약 통계량

<표 3>은 실증분석에 사용한 자료의 요약이다. 먼저, 2008년 3월 거래된 아파트 가격은 최저 4천5백만원에서 최고 9억 9천만원이다. 층은 1층에서 31층까지 분포하고 있으며 면적은 소형 20m²에서 245m²까지이다. 교통 및 입지특성을 보면, 사례 아파트는 대체로 지하철 역 3.5km 이내, 개발제한구역 3km 이내, 시청 17km 이내, 그리고 핵심상권 3.3km 이내에 자리잡고 있다. 또한, 공원 2.5km, 고등학교와 중학교 2km 이내에 있다. 끝으로 각 사례 아파트는 고밀도보다 인구밀도가 다소 높은 지역에 있다.

<표 2> 일반회귀모형과 GWR모형 특성비교

일반 회귀모형	GWR 모형
전체 지역에 대한 요약 자료	전체 지역에 대한 국지적 수준의 자료
단일 값을 구하는 계량방법	다양한 값을 구하는 계량방법
계수를 지도로 표현하기 어려움	계수를 지도로 표현하기 쉬움
GIS와 결합하기 어려움	GIS로 표현하기 좋음
비공간적 접근 혹은 공간적으로 제약이 많은 접근	공간적 접근
공간상 유사성을 강조	공간상 차이점을 강조
규칙성 혹은 법칙을 발견	예외성 혹은 국지적인 핫스팟 발견

출처 : Fotheringham, A., C. Brunsdon, et al.

〈표 3〉 요약통계

변 수	사례수	평균	표준편차	최소값	최대값
아파트 실거래 가격	9,668	339,000,000	158,000,000	45,000,000	997,000,000
주택 특성					
층	9,668	8.2	5.4	1.0	31.0
면적(평방미터)	9,668	72.4	22.6	20.0	245.0
교통 및 입지특성					
지하철 역 직선거리(m)	9,668	692.4	456.9	25.0	3562.6
개발제한구역 직선거리(m)	9,668	535.8	560.7	3.8	3025.1
시청 직선거리(m)	9,668	10003.9	3347.1	824.6	17311.7
핵심 상권 직선거리(m)	9,668	620.5	494.6	0.4	3375.2
어메니티 특성					
공원 직선거리(m)	9,668	468.4	424.4	10.4	2540.2
교육 특성					
고등학교 직선거리(m)	9,668	611.2	357.1	3.4	2016.6
중학교 직선거리(m)	9,668	458.7	254.9	3.3	2021.8
사회경제 특성					
인구밀도(명/ha)	9,668	282.7	133.9	12.2	903.4
고용밀도(명/ha)	9,668	53.2	56.8	2.4	870.0

IV. GWR 접근법의 서울시 아파트 시장 적용

1. 회귀 분석 결과와 해석

서울시 주택하위시장에 대한 GWR 분석에 앞서 일반 회귀분석을 해 보았다. 같은 설명변수와 사례를 사용한 회귀분석 결과를 GWR 분석 결과와 비교하여 방법론적 개선이 있는 지

확인해 보려 한다. 총 9,668개 사례에 주택 특성(층과 면적), 교통 및 입지특성(지하철 역, 개발제한구역, 시청, 핵심 상권에 대한 직선 거리), 공원 직선거리인 어메니티 특성, 교육특성(전체 고등학교, 중학교에 대한 직선거리), 사회경제특성(인구밀도와 고용밀도) 등을 설명변수로 회귀분석한 결과는 〈표 4〉와 같으며 조정된 결정계수는 0.29이다. 회귀분석 결과를 보면, 대체로 고층의 큰 면적으로 아파

〈표 4〉 일반 회귀분석 결과

변 수	계 수	t	P>t
주택 특성			
층	2769653.00	10.96	0.00
면적(평방미터)	3365066.00	54.96	0.00
교통 및 입지특성			
지하철 역 직선거리(m)	-27620.17	-8.60	0.00
개발제한구역 직선거리(m)	-10571.68	-3.71	0.00
시청 직선거리(m)	-2659.62	-5.90	0.00
핵심 상권 직선거리(m)	-18748.65	-6.18	0.00
어메니티 특성			
공원 직선거리(m)	-31823.93	-9.31	0.00
교육 특성			
고등학교 직선거리(m)	-3073.54	-0.76	0.45
중학교 직선거리(m)	-1946.16	-0.33	0.74
사회경제 특성			
인구밀도(명/ha)	-40933.82	-3.81	0.00
고용밀도(명/ha)	148597.40	5.53	0.00
상수	157000000.00	16.27	
조정된 결정계수	0.29		
사례수	96.68		

트일수록 가격이 높았다. 교통 및 입지특성에서 지하철 역에서 멀어질수록 아파트 가격은 하락하는 추세를 보이고 있다. 그 다음, 핵심 상권, 개발제한구역, 시청 순으로 거리가 먼 아파트의 가격은 낮은 패턴을 보인다. 공원은 지하철보다 강도가 높게 주택 가격 형성에 영향을 미치고 있다. 교육특성 가운데 아파트에

가장 가까운 고등학교와 중학교에 대한 직선거리는 통계적으로 유의미하지 않았다. 끝으로 사회경제특성에서 고용밀도가 높아질수록 아파트 가격이 높았고, 인근 지역의 인구 밀도가 높을수록 아파트 가격은 낮았다. 전체적으로 회귀분석 결과를 보면, 고층의 넓은 면적 아파트가 비싸고, 주요 교통 결절점, 상권, 공원에

서 멀수록 아파트 가격은 떨어졌다. 사회경제 특성은 고밀도 지역의 아파트가 싸고, 고용밀도는 높은 곳은 아파트의 가격이 높았다. 이러한 회귀분석 결과는 그간의 경험 연구를 확인 해주면서 동시에 일부 결과는 학계의 통설과 다르다. 무엇보다 회귀분석 결과는 아파트 가격의 국지적 차이를 보여주지 못하는 한계가 있다. 각 설명변수의 계수는 분석 사례 전체를 평균한 값이기 때문이다. 종속변수를 로그로 전환한 모형은 결정 계수가 낮아지고 계수가 너무 작아 해석이 어렵다. 따라서 본 연구에서 종속변수는 아파트 실거래 가격을 그대로 사용하였다.

2. GWR 분석 결과와 해석

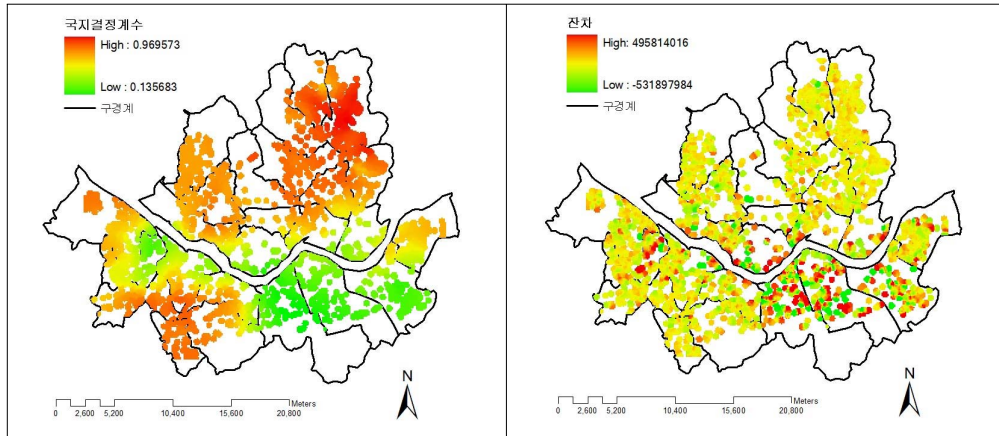
1) 회귀분석과 GWR 분석 비교

먼저, GWR 모형 전체의 조정된 결정계수는 0.63이며, 이는 앞에서 제시한 일반 회귀분석의 결정계수 0.29보다 높다. 또한 회귀분석에 대한 GWR의 ANOVA 결과는 GWR분석이 회귀분석에 비해 분석모형을 개선하고 있음을 확인해 주었다. 우선, GWR AIC는 OLS AIC 보다 적다. 이는 GWR기법이 적용상 일반 회귀분석보다 복잡해지는 면이 있지만, 통계적으로 개선된 결과를 보여주고 있음을 나타낸다.

GWR 분석의 장점 가운데 하나는 국지적 잔차와 결정계수를 얻을 수 있다는 점이다. 일

정한 설명변수를 넣은 모형을 통해 각 사례 단위의 각 변수 계수를 계산하는 동시에 예측값에서 실제 값을 뺀 잔차와 설명변수의 설명력을 보여주는 국지 결정계수를 계산할 수 있다. <그림 4>는 GWR 결과에서 나온 국지 결정계수와 잔차의 공간적 패턴을 보여주고 있다. 국지 결정계수의 범위는 최소 0.14에서 0.97까지 국지적으로 각기 다른 값을 가지고 있다. 이는 분석모형의 설명변수 전체가 아파트 실거래가격에 대한 설명력이 공간상 매우 다름을 보여준다. 특히, 강남구, 서초구와 한강에 따라 입지한 아파트의 국지 결정계수가 낮았는데, 이는 이들 지역에서 분석한 설명변수 외에 다른 요인이 아파트 가격에 영향을 주고 있음을 의미한다. 예를 들어, 강남구, 서초구, 송파구의 경우 버블 세븐으로 알려져 있다 시피 자산투자의 집중, 좋은 학군에 대한 수요, 포착되지 않은 장소의 편리성에 의해 아파트 가격이 좌우되고 있다. 이러한 특성을 계량화하여 모형을 구성하는 것이 바람직하나, 이 연구의 핵심은 GWR 접근법을 부동산 가격 평가에 적용하고 그 활용방안을 제시하는 것이기 때문에 강남구, 서초구, 송파구 주택하위시장에 대한 집중 연구는 향후 과제로 남기려 한다.

잔차의 공간적 분포를 보면, 역시 한강 주변 지역과 강남구, 서초구 지역을 중심으로 잔차의 차이가 매우 높은 것이 특징이다. 이는 실증모형이 분석한 각 특성을 감안하여 예측한 주택가격에 비해 실제 거래 가격간 차이가 높음을 의미한다. 그 이유는 실증 모형이 포착하



〈그림 4〉 GWR의 국지 결정계수와 잔차의 공간적 분포

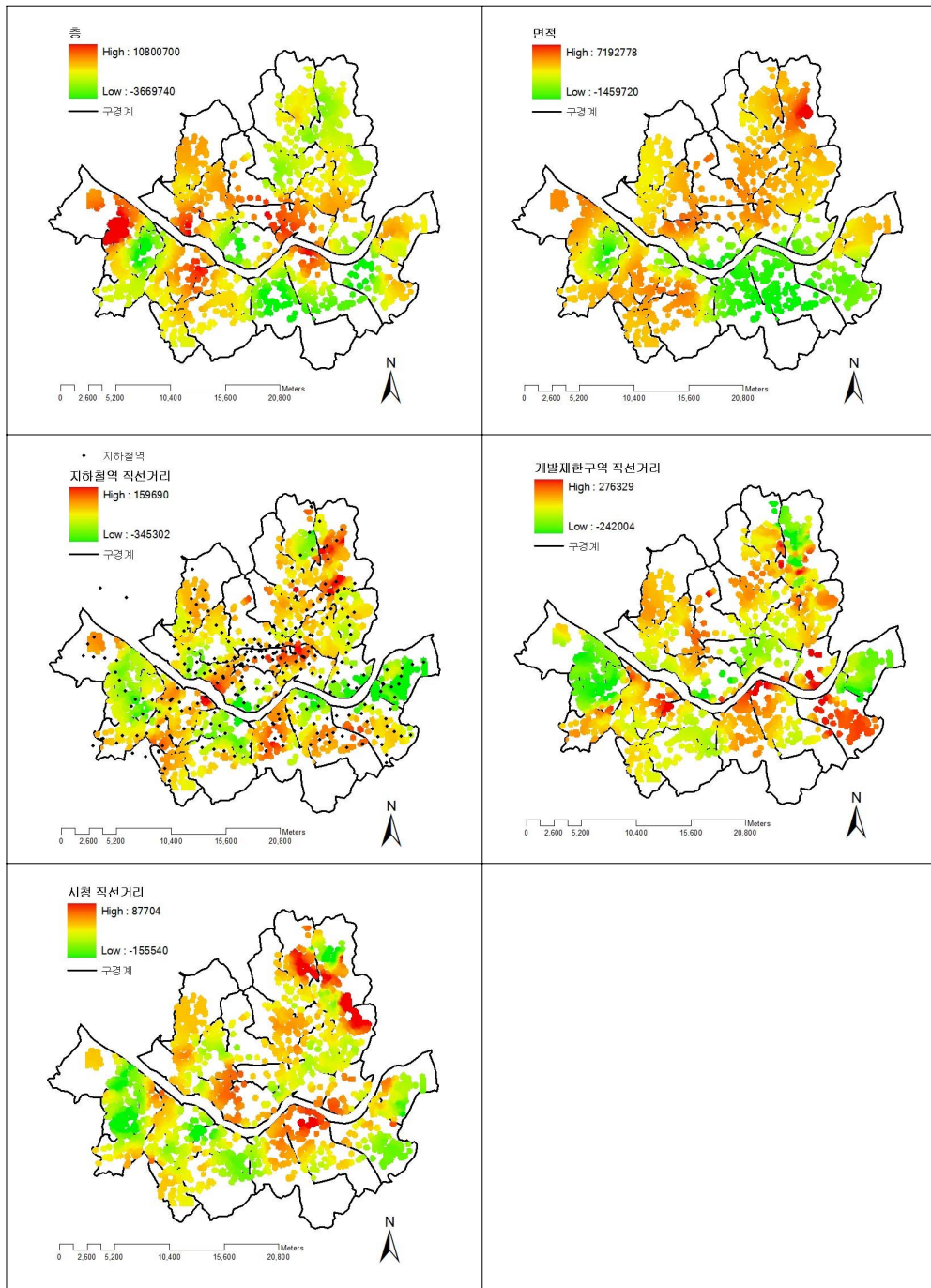
지 못하는 국지적 변수에 의해 해당 지역의 아파트 가격이 매우 다르게 형성되기 때문이다. 일반적으로 주택의 자산가치가 높게 형성된 지역의 아파트의 경우 가까이 자리잡은 사례간 차이가 높은 것이 특징이다. 같은 단지의 아파트라도 위치, 면적, 층에 따라 현저히 다른 가격이 형성되는 것이다. 이에 대한 심도있는 연구는 향후 과제로 삼고자 한다.

2) 서울시 주택시장에 대한 GWR 적용과 결과 해석

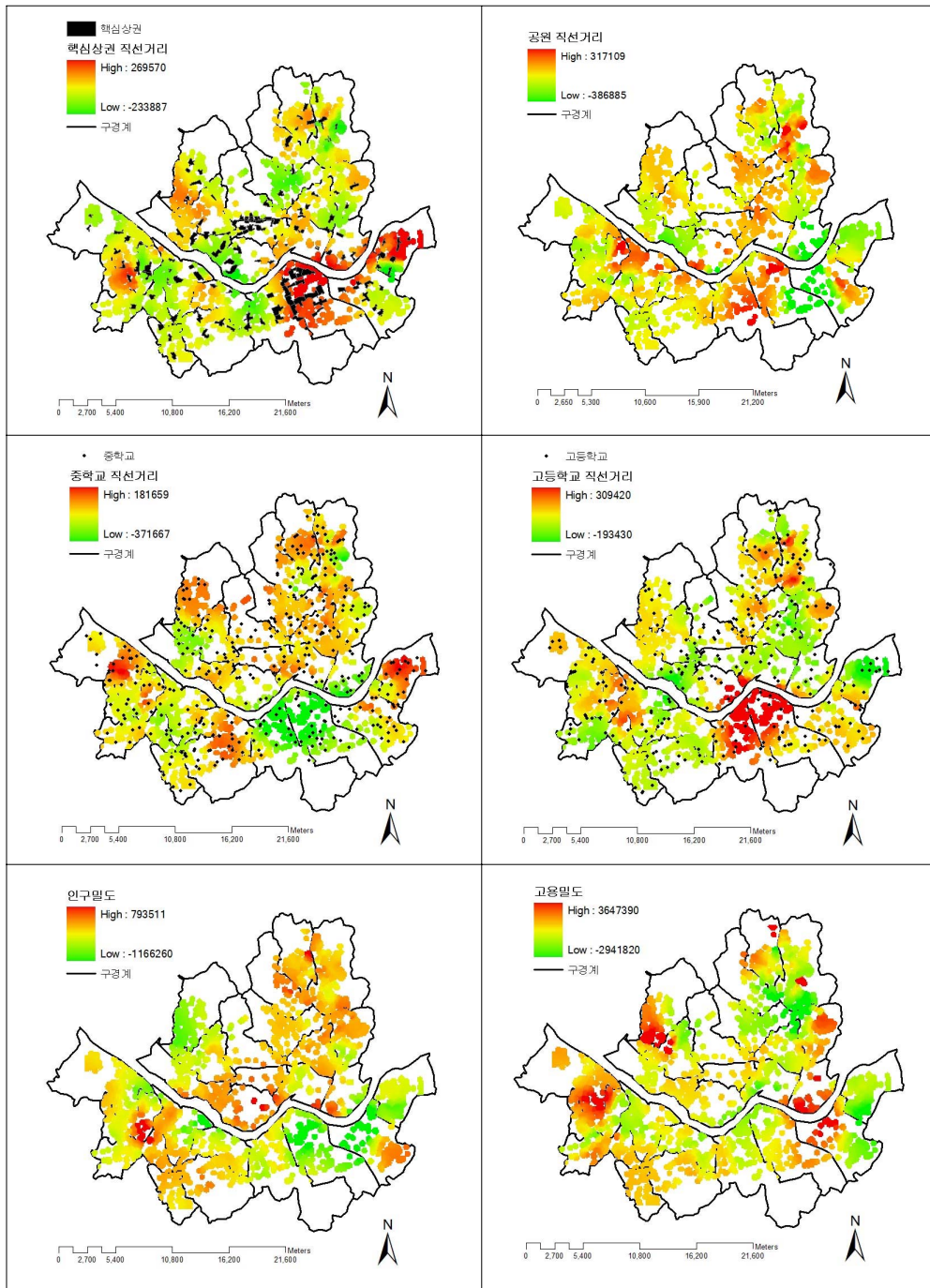
GWR 분석 결과를 토대로 각 설명변수별 주택하위시장의 특성을 분석하였다. 〈그림 5, 6〉은 각 설명변수의 계수가 공간적으로 어떻게 분포하고 있는 지 보여주고 있다. 여기서 이를 해석하여 정책적 함의 도출에 활용하고자 한다.

(1) 주택특성

이 연구에서 주택특성은 아파트의 층과 면적으로 나누어 보았다. GWR 분석결과에 따르면, 대체로 주택 가격은 층이 높을수록 높아졌지만 강남구, 서초구, 강서구, 용산구 일부지역의 아파트에서는 가격을 낮추는 것으로 나타났다. 이는 단순히 고층이 비싼 것이 아니라 층의 높이에 따른 경관 등 주변 요소에 의해 주택가격이 영향을 받고 있음을 말해 준다. 아파트 면적의 경우 한강 인근의 아파트를 제외한 강북 지역과 강남구, 서초구, 송파구를 제외한 강남지역 전체에서 면적이 큰 아파트일수록 비싼 것으로 나타났다. 한강 인근과 강남구, 서초구의 고급아파트의 경우 아파트 면적보다 입지적 이점이 가격 결정에 중요하게 작용하는 것으로 보인다.



〈그림 5〉 설명변수별 계수의 공간적 분포 1



〈그림 6〉 설명변수별 계수의 공간적 분포 2

(2) 교통 및 입지특성

지하철 역에 가까운 아파트는 대체로 비싼 것으로 나타났다. 그러나 역 근접성에 의한 가격 프리미엄의 정도는 상당한 국지적 편차를 보이고 있다. 이는 지하철 역 주변에 입지 매력도, 토지이용 현황, 교통망 구조 등에 의해 프리미엄이 달라지고 있음을 말해 준다. 개발제한구역의 가격 상승효과는 서울시 전 지역에서 나타나고 있지만 강서구, 강동구, 용산구 일부지역에서 하락효과를 보였다. 개발제한구역의 녹지 보존에서 오는 외부 경제 효과가 있는 반면, 바로 인접한 지역의 경우 규제로 인한 가격 하락효과가 있는 것으로 보인다. 시정에 대한 접근성 정도는 대체로 서울시 전체 아파트 가격에 긍정적인 효과를 보이고 있지만, 도봉구, 노원구, 중랑구, 한강쪽의 강남구 등의 경우 매우 큰 가격 프리미엄이 나타났다. 교통 네트워크와 경제활동과 주거시간 입지 등으로 인해 차별적인 국지 효과를 내는 것으로 해석할 수 있다. 미국의 선행연구는 이러한 해석을 지지하는 데, 그 연구는 CBD에 연결된 철도역에 가까운 곳의 주택가격이 높음을 확인하였다(Voith, 1993). 400개 핵심상권에 대한 직선거리 분석을 보면, 강남구, 서초구, 송파구, 강동구 등에서 상권에 가까운 아파트의 가격이 높았다. 그 외 지역은 상권 근접에 따라 각기 다른 영향을 주고 있다. 일반적으로 상권 주변의 주택은 지대 입찰 경쟁으로 인해 높다는 시각이 강하지만, 상권의 업종 구성에 따라 주택에 대한 영향을 다르게 나타나고 있

다. 앞에서 지적한 강남 4개구의 경우 인근 지역의 아파트는 고급 상업시설에 대한 접근성과 지대 경쟁에 의해 그 가격이 높아졌다.

(3) 어메니티 특성

도시내 공원은 자연 어메니티를 제공한다. 공원의 아파트 가격 효과는 서울시 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났다. 이 가운데, 실증분석은 올림픽 공원 주변, 태릉 주변, 남산공원 주변, 강남구와 서초구의 공원 주변에 현저한 아파트 프리미엄이 높게 발생하고 있음을 보여 준다. 공원에 대한 근접성보다 공원의 성격과 규모가 실질적인 아파트 프리미엄의 결정요인으로 보인다.

(4) 교육 특성

교육시설에 대한 접근성은 아파트 가격을 크게 좌우하는 것으로 알려져 있다. 먼저, 중학교에 대한 직선거리 측면에서 보면, 강남구와 서초구를 제외한 서울시 전역에서 중학교에 가까이 있는 아파트의 가격이 높게 나타났다. 반면, 고등학교에 대한 직선거리가 아파트 가격에 미치는 영향을 보면, 서울시의 다른 지역에 비해 강남구, 서초구에서 고등학교에 가까이 있는 아파트의 가격이 높았다. 강남구와 서초구의 아파트 가격은 8학군에 속한 일부 고등학교에 근접한 아파트의 프리미엄이 높고, 고등학생을 둔 부모의 행태가 이 지역의 아파트 가격에 큰 영향을 주고 있음을 보여주고 있다.

강남구와 서초구의 경우 모형에서 사용한 고등학교에 대한 거리 변수에 유명학원과 대학입시 정보에 대한 근접성도 포함되어 함께 인근 아파트의 가격을 높이는 것으로 보인다.

(5) 사회경제 특성

인구밀도는 대체로 아파트 가격을 높이는 것으로 나타났다. 다만, 강남구 일부와 서초구, 영등포구 여의도, 은평구 등은 인구밀도가 높을수록 아파트 가격은 내려갔다. 인구밀도라는 수요 외 다른 요인이 이들 지역의 아파트 가격을 좌우하는 것으로 조심스레 해석할 수 있다. 고용밀도의 경우, 구로구, 양천구, 은평구, 송파구, 광진구 등에서 높은 가격 프리미엄이 나타났다. 이는 고용 밀도의 차이뿐만 아니라 고용을 하는 산업의 업종 차이로 인해 지역별로 인근 아파트 가격이 달라지고 있는 것으로 보인다.

V. 활용방안

이 연구의 결과는 향후 활용방안을 구상하는데 많은 시사점을 제시하고 있다. 앞의 실증분석에서 얻은 결과를 요약하고 부동산 감정평가 방법으로 활용할 수 있는 방안을 구상하고자 한다. 첫째, GWR 분석방법으로 주택 가격과 주택 특성간 관계를 분석했을 때 서울시 주택시장은 여러 이질적인 주택하위시장으로

구성되어 있음이 밝혀졌다. 주택가격에 대한 각 설명변수별로 주택하위시장이 각각 다르게 분포하고 있다. 아울러 각 설명변수의 계수는 주택하위시장내 수요와 공급 구조에 의해 달라진다. 이 연구의 방법을 적용하여 각 주택 하위시장별 특성을 경험적으로 검증할 수 있다면 주택금융, 감정평가, 주택건설, 주택시장 모니터링에 좀 더 정확하고 자세한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 예를 들어, 부동산 감정평가기관이 특정지역에 대한 GWR 분석결과를 주기적으로 조사하여 공표하면, 어느 특성에 의해 특정 지역의 각 평가대상의 가격이 달라지는지 알 수 있다. 또한, 모형에 포함하기 어려운 비공간요소의 영향력이 큰 지역을 다른 경제변수에 의한 투기지역으로 선별할 수 있다. 둘째, 주택 관련 각 특성이 가격에 미치는 영향이 공간적으로 어떻게 다르게 나타나는지 보여주고 있다. GWR 분석은 각 특성의 계수가 높고 낮은 곳을 시각적으로 보여주고 있으며, 모형의 각 독립변수의 설명력이 높은 곳과 낮은 곳도 알려 주고 있다. 이러한 분석 결과를 다중회귀분석 결과와 비교해 보면서 특정 변수의 가격 효과가 낮은 곳과 높은 곳을 가려낼 수 있다. 이는 부동산 감정평가 과정에서 변수의 비중을 지역이나 동일하게 하기보다는 GWR 분석결과를 토대로 각 변수의 영향을 다르게 고려할 수 있음을 의미한다. 셋째, 연구 결과는 주택의 각 특성이 주는 영향력은 행정구역 단위와 일치하지 않음을 잘 보여주고 있다. 따라서 구 혹은 동과 같은 행정구역 단위

의 감정평가 접근을 GWR 접근법을 감안하여 개선할 수 있을 것이다. 주택 특성 변수를 헤도닉 가격 모형과 GWR접근법에 동시에 적용한 후 그 결과에 근거하여 각 사례별로 각기 다른 가중치를 적용할 수 있을 것이다. 다시 강조하지만 GWR 접근법은 헤도닉 가격 모형을 대체하는 것이 아니라 특성 가격의 정도와 설명력이 높고 낮은 사례를 선별하여 기존 모형의 단점을 보완하는 역할을 할 수 있다. 넷째, 실증모형 결과에 따르면, 강남구와 서초구, 한강 주변의 아파트를 중심으로 국지 결정계수가 낮게 분포하고 있다. 이는 분석모형의 설명변수 외에 다른 요인이 이 지역의 주택가격을 결정하고 있다고 해석할 수 있다. 여기서 다른 요인이란 거시적 측면에서 주택의 자산가치를 좌우할 수 있는 주택 용자 제도, 이자율, 일반 거시 경기변동 등일 수 있지만, 미시적 측면에서 이 지역이 가진 포착되지 않는 장소적 명성, 입지적 매력, 잠재 수요 등일 수도 있다. 따라서 이들 지역의 부동산 가격을 평가할 경우 비공간적 요소나 변수로 포착되지 않는 요인에 대해 적극적으로 고려하여야 한다. 이것은 GWR 모형의 큰 장점이 될 수 있는데 국지적 결정계수를 통해 모형에 좀 더 많은 설명변수가 필요한지 진단해 주어 헤도닉 가격 모형을 보완할 수 있다. 다섯째, 주택시장을 동향을 분석하는 데 필요한 주택가격지수 개발에 이 연구의 접근을 활용할 수 있다. 그동안 정부가 발표한 아파트 실거래가 지수가 직면한 비판 가운데 하나는 가격 지수의 분석 단위가

너무 커서 국지적 단위의 변화를 포착하지 못한다는 것이다. GWR 방법에 아파트 실거래가, 아파트 공시가격, 기타 주택 관련 변수를 처리하여 국지적 수준의 주택가격지수를 개발하는 데 활용할 수 있을 것이다. 여기에 많은 자료와 검증 작업이 요구되므로 정부 당국의 적극적인 투자와 지원이 필요하다. 끝으로, GWR의 통계분석 결과가 현실을 완벽하게 보여주지 못한다. 따라서 부동산 전문가의 의견을 통해 GWR 접근에 의한 분석 결과를 검증하고 지속적으로 개선하는 노력이 필요하다. 특히, 각 감정평가 대상 부동산이 입지하고 있는 지역의 전문가의 도움을 받아 분석 결과를 해석하고 이를 감정평가에 적절히 반영하는 조치가 뒤따라야 한다.

VI. 결론과 향후 연구과제

이 연구는 주택하위시장에 대한 기존의 논의와 방법을 살펴보고, 서울시 아파트 시장을 대상으로 11개의 설명변수를 통해 주택하위시장의 특성을 분석해 보았다. 그 결과 서울시 아파트 시장은 각 설명변수의 영향이 각기 다른 여러 주택하위시장으로 구성되어 있음이 밝혀졌다. 또한, 그 주택하위시장은 공간적으로 비슷한 것끼리 모여 있는 것뿐만 아니라 이질적인 시장이 공간적으로 근접해 있는 모습도 보이고 있다. 그 다음 GWR 접근법에 의한 실증분석 결과를 토대로 앞으로 부동산 감정평가

에 활용할 수 있는 방안을 제시하였다.

이 연구에서 GWR 접근법을 사례에 적용하고 그 활용방안을 논의했지만 GWR 접근법은 아직 개선해야 하는 방법론상 한계를 갖고 있다. 첫째, GWR 접근법에 의한 연구 결과는 부동산 혹은 주택의 각 특성별 영향력과 설명력이 공간적으로 어떻게 다르게 분포하는 지 보여주었다. 또한, 어느 지역의 어느 사례 가격이 각 특성에 민감하게 반응하는 지 보여주었다. 그러나 여전히 분석모형은 왜 그러한 결과가 나타났는지 명확하게 제시하지 못한다. 즉, GWR 접근방법은 주어진 특성 변수의 계수와 결정계수를 통해 각 특성의 가격 형성 기여도를 진단할 뿐 그러한 결과가 나오게 된 이유를 즉각적으로 제시하지 못한다. 따라서 분석 결과를 얻은 후 일반적인 부동산 감정평가 결과와 다른 지역과 사례를 선별하여 부동산 관련 전문가의 경험과 지식을 통해 이유를 규명하는 과정이 필수적이다. 둘째, GWR 접근법은 그 방법론상 공간 변수가 아닌 비공간 변수 혹은 거시경제 변수를 효과적으로 반영하여 모형화하는 데 많은 한계가 있다. 공간 변수는 각 사례별로 일정한 차이를 보이기 때문에 GWR 접근법의 공간 가중치에 의한 실증분석이 가능한 반면, 거시경제 변수의 경우는 여러 사례가 같은 값을 갖게 되어 GWR 접근법상 다중공선성이 발생하게 된다. 따라서 거시경제 변수의 영향력을 감안할 수 있는 다층회귀분석(Multilevel Regression Models)도 적극 도입되어야 할 것이다. 이미 앞에서 강조했지

만 불가피하게 행정구역 단위별 자료와 개별 주택 자료를 동시에 사용할 경우 다층회귀분석이 효과적이다. 방법론 특성상 헤도닉 가격 모형과 다층회귀분석은 특성 변수의 전반적인 영향력과 설명력을 파악하는 데 사용하고, GWR 접근법은 부동산 가격의 영향을 주는 공간 변수의 영향력이 높은 곳과 낮은 곳을 선별하는 데 활용되어야 할 것이다. 셋째, 각 설명변수 별로 각기 다른 주택하위시장의 일관된 패턴을 찾는 연구가 필요하다. 현재 이 연구를 포함하여 국내외 연구는 대체로 주택가격에 대한 설명변수별로 주택하위시장의 작동을 입증할 뿐 각 요소를 모두 고려하여 주택하위시장을 포착하는 것에 대한 논의는 미진하다. 각 특성별 분석 결과를 토대로 부동산하위시장의 유형을 나누고 각 하위시장별 부동산 가격 결정 특성을 찾아내는 과정이 필요하다. 넷째, 분석 모형의 결과에서 보듯, 낮은 국지 결정계수와 차이가 큰 잔차가 집중되어 있는 강남구, 서초구, 송파구, 양천구에 대한 엄밀한 분석이 필요하다. 이들 지역의 경우 주택 특성과 입지적 요인에 의해 아파트 실거래 가격이 달라지고 있는 데 그 이유를 명확히 밝히는 연구가 필요하다. 끝으로, 앞으로 공간 가중치를 적용한 공간자기회귀모형(SAR), 공간오차모형(SEM), 그리고 유사한 방법인 LWR 방법을 같은 통계자료에 적용하여 그 유용성에 대한 비교 평가가 필요할 것이다. 이미 서구의 경우 이러한 접근을 시도하고 있으며 우리의 경우 향후 보다 신뢰성 있는 감정평가방법을

찾기 위해 방법간 장단점을 검증하는 노력이 절실하다.

GWR 방법을 부동산 감정평가에 활용할 수 있는 방안을 구상하기 위해 서울시 아파트 시장을 대상으로 분석한 결과를 보면, 각 특성 변수별로 가격에 미치는 영향력과 설명력이 국지적으로 다르게 분포하고 있음을 보여 주었다. 그러나 연구 수준은 아직 초보적 상태에 머물러 있다. 향후, 앞에서 제시한 연구 과제를 중심으로 심도 있는 연구가 나올 것을 기대한다.

-
- 논문 접수일 : 2010. 9. 27
 - 논문 수정일 : 2010. 11. 30
 - 게재 확정일 : 2010. 12. 24

참고문헌

1. 서울시, 2006, 서울시 도시기본계획
2. 이중희, 1997, 주택경제론, 박영사
3. 이정진, 2009, 토지경제학, 박영사
4. 김주영·우경, 2004, "수도권 주택하위시장 분석에 관한 연구", 국토연구 41, 국토연구원
5. 남진·김진하, 2009, "서울시 뉴타운 사업 등 도시재정비사업에 의한 주택가격변화 분석", 국토계획 44(1), 대한국토·도시계획학회지
6. 주경식·박용우, 2010, "용인시 주택시장의 성장과 공간적 분화에 관한 연구", 대한지리학회지 45(2), 대한지리학회
7. 조동기, 2009, "건강 관련 삶의 질의 사회인구학적 상관요인에 대한 공간분석", 한국인구학회 32(3), 한국인구학회
8. IAAO, *Mass Appraisal for Real Property*, IAAO
9. O'Sullivan, A., *Urban Economics*, McGraw-Hill
10. Fotheringham, A., C. Brunson, et al., *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, Wiley
11. Malpezzi, S, "Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review", *Housing Economics and Public Policy*, edited by Gibb, K. and O'Sullivan, A., Wiley
12. Bitter, C., G. Mulligan, et al., "Incorporating Spatial Variation in Housing Attribute Prices: A Comparison of Geographically Weighted Regression and the Spatial Expansion Method", *Journal of Geographical Systems* 9(1), Springer
13. Bourassa, S., M. Hoesli, et al., "Do Housing Submarkets Really Matter?", *Journal of Housing Economics* 12, Elsevier
14. Bowen, W., B. Mikelbank, et al., "Theoretical and Empirical Considerations Regarding Space in Hedonic Housing Price Model Applications", *Growth and Change* 32, Wiley
15. Brunson, C., S. Fotheringham, et al., "Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity", *Geographical Analysis* 28, Wiley
16. Farber, S. and M. Yates., "A Comparison of Localized Regression Models in an Hedonic Price Context", *Canadian Journal of Regional Science*, University of New Brunswick
17. Goodman, A. and Thibideau, T., "Housing Market Segmentation", *Journal of Housing Economics* 7, Elsevier
18. Maclennan, D. and Y. Tu., "Economic Perspectives on the Structure of Local Housing Systems", *Housing Studies* 11, Taylor & Francis

-
19. Mason, C. and J. Quigley, "Non-parametric Hedonic Housing Prices", *Housing Studies* 11, Taylor & Francis
 20. Meese, R. and N. Wallace, "Non-parametric Estimation of Dynamic Hedonic Price Models and the Construction of Residential Housing Price Indices," *Journal of AREUEA* 19, Wiley
 21. Orford, S., "Modelling Spatial Structures in Local Housing Market Dynamics: A Multilevel Approach", *Urban Studies* 37(9), Sage
 22. Paez, A. 2005. "Local Analysis of Spatial Relationships: A Comparison of GWR and the Expansion Model", *Lecture Notes in Computer Science* 3482, Springer
 23. Rosen, S., "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy* 82, University of Chicago
 24. Schnare, A. and R. Struyk, "Segmentation in Urban Housing Markets", *Journal of Urban Economics* 4, Elsevier
 25. Tiebout, C., "A Pure Theory of Local Expenditures", *The Journal of Political Economy* 64(5), University of Chicago
 26. Watkins, C., "The Definition and Identification of Housing Submarkets", *Environment and Planning A* 33, Pion
 27. Whitehead, C., "Urban Housing Markets: Theory and Policy", In Mills E. and Cheshire, P.(eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier
 28. Yu, D., "Modeling Owner-Occupied Single-Family Housing Values in the City of Milwaukee: A Geographically Weighted Regression Approach", *GIScience & Remote Sensing* 44(3)