

지역별 주택가격의 격차에 관한 연구

: 회귀분석과 인공지능망 활용

장영길*, 유주연**

<요약>

본 연구는 지역별 주택가격 격차의 요인들을 파악하고 분석하여 지역별 불평등한 주택가격의 격차 해소를 위한 대안을 제시하는 것이 목적이다. 전국의 229개 시군구의 주택가격을 대상으로 지역간 주택가격 격차를 수요공급, 입지여건, 지역성장격차이론 측면에서 파악하여 주택가격 격차에 영향을 미치는 요인과 중요도를 회귀분석과 인공지능망으로 분석하였다.

지역 주택시장의 가격 결정하는 상당 부분은 전통적 수요공급요인만 분석할 때에는 자본을 제외한 소득, 소비, 저축, 재정, 토지, 노동에 유의하였고, 효용의 함수인 입지여건에서 환경, 시설, 고용, 교통, 학군, 교육수준 등 모두에 유의했다. 전체적 분석에서는 재정, 노동, 자본의 3개 변수를 제외한 모두에 강하게 유의하였다. 전통적 수급 변수 모형보다 효용의 함수인 입지여건 모형이 설명력, 유의변수 모두에서 높았다. 인공지능망의 중요도 분석에서 중요한 것은 자본, 소득, 이웃, 고용 순이다. 회귀분석과 인공지능망의 종합적 중요도는 교통, 고용, 소득, 이웃의 순이다.

정확도 분석에서 개별적 회귀분석 모델보다는 입지 변수들을 추가한 인공지능망 분석이 우수하였다. 예측치를 기준으로 실제 주택가격 차이를 비교분석한 결과에서는 수도권과 지방도시 일부의 아파트는 실제가격이 크게 높았으나 지방 일부 아파트의 실제 가격이 낮았다.

핵심주제어: 주택가격 격차, 지역요인, 지역성장, 인공지능망, 중요도 분석,

* (제1저자) 건국대학교 부동산학과 박사, email : salz@naver.com

** (공동저자) 상명대학교 부동산학과 교수, email : jyyoo@smu.ac.kr

I. 서론

주택 격차는 모든 분야의 차별화로 이어지면서 주거지가 경제 및 생활 수준을 가늠하는 기준으로 자리 잡아가고 있다. 주택가격은 부의 척도로 주택의 격차는 자산, 생활 수준, 교육, 건강, 소득, 일자리, 교육, 공간의 불평등을 일으킨다. 경제적 불평등의 핵심은 부동산 특히 주택 격차이다. 주택의 격차는 소유와 임차의 분리와 어디에 사는가라는 불평등의 구조이다. 주택은 다른 자산이나 상품과는 달리 어디에 있느냐에 따라 가격 차이가 발생한다. 주택가격의 불평등은 개인에 한정되는 것이 아니라 지역, 도시 전체의 문제이기도 하다. 주택가격은 개별주택의 입지보다는 지역 전체의 하나의 형태로 공간의 군집 현상을 나타낸다(서수복, 2014). 그런데 지역 격차는 자본과 사람이 모일수록 심각해지는 불평등 구조이다. 즉 사람과 돈이 도시로 모이고 경제가 발전할수록 경제 불평등은 심화된다. 대도시의 영향력은 점점 더 커지고 있다. 지방과 도시의 주택가격과 임금 격차는 커진다. 도시 접근성은 고학력, 고소득자를 도시로 불러 모은다. 그리고 인재를 필요로 하는 기업도 도시로 집중하게 된다. 이러한 도시 경제의 메커니즘이 반복되면서 심화된다(플로리다, 2018).

주택 격차 문제는 처음에는 주거의 공급 차이로 주택 소유와 임차의 문제가 중요하지만, 주택보급률이 포화상태가 되면서 주거의 질에 관심을 두게 된다. 실제로 전국 주택보급률 2008년을 기점으로 100% 초과했다면 현재 서울을 제외하고는 포화된 상태이다. 주택 공급이 포화된 다음 단계는 주거만족도나 주변 환경의 주거 질에 관심을 두게 된다. 즉 교통, 교육, 쾌적, 편의시설의 입지와 단지나 주택의 특성이 중요하다. 이때 주택 격차는 효용이나 자본에 의하여 주택가격이 불평등 구조가 발생하고 갈수록 심화한다. 우리나라의 지역 간 주택가격 격차가 점점 더 벌어지고 있다. 강남구와 지방 중소도시의 아파트 평균가격이 10배 이상 차이가 난다.

주택시장은 일반 재화처럼 수요와 공급에 의해 가격이 결정되나 선호도와 같은 효용도 부동산가격에 영향을 준다. 수요 대비 공급이 부족한

지역, 거주민의 소득이 높은 지역, 공원 등 쾌적한 주변 환경을 갖고 있거나 도로 등 기반시설이 잘 갖추어진 지역, 교통이 편리하거나 도심에 가까운 지역의 주택가격은 높다. 어떤 지역이 가진 매력적인 요인들이 자본화하여 부동산의 가치를 상승시키는 요인으로 평가된다.

주택은 삶의 터전으로 거주와 경제활동을 위한 공간으로 생산 활동과 불가분의 관계가 있다. 정보통신, 지식산업사회가 될수록 인재와 기업은 특정 도시로 집중되는 경향이 있고 산업도 집적과 군집 등으로 경제적으로 유리한 곳에 집중되고, 주거지도 직장 인근에 위치하는 편리성과 정보 공유가 가능한 직주근접을 선호한다. 도시 경쟁력은 산업, 인구, 주거 환경이다. 특히 성장기반이 없는 도시는 산업체 유치를 통한 인구 확대가 도시생존에 필수 요건이다.

통상적으로 전체적인 상호교역이 불가역한 지역산업 및 서비스가 지역 일자리의 2/3 부분을 차지한다. 한 개의 일자리가 창출하는 유발효과는 기존 산업은 1.6명이지만 혁신적인 첨단산업은 5개의 지역 일자리를 창출하여 소득증가와 생활 수준 향상을 가져와 도시의 성장을 이끈다 (Moretti, 2010).

부동산시장에서 주택가격의 대표적인 결정요인은 일반적으로 주택의 수요와 공급 요인이라 알려져 있고, 경기상황은 가격 변동의 변수로 시계열 분석에 주로 이용된다. 부동산 특성인 입지여건은 중요한 요인으로 횡단면 분석에 자주 이용된다. 기존 입지여건 연구들은 지역별 분석하기 보다는 주택의 개별성을 중심으로 연구가 진행되었기 때문에 더욱 포괄적인 도시의 연구가 필요하였다. 또한, 기존의 연구들은 주택 선호도를 설문조사를 통하여 주택구매 시 고려하는 사항들로 파악하였으나 이러한 선호도를 수치로 계량화하는 노력이 요구되었다.

연구는 수요·공급과 주택 질을 고려한 입지여건으로 지역의 주택가격의 격차 요인을 파악하고자 한다. 전국의 행정구역상 전체인 229개 시군구에서 주택가격이 차별화되는 요인을 수요·공급과 입지여건으로 나누고 종합적으로 지역 불균형이론의 3가지 모형으로 전체적인 주택격차를 포괄적으로 회귀분석과 인공신경망으로 분석하고 두 모형의 예측 결과의

차이와 정확성을 비교하고자 한다.

주택의 수요·공급에서 주거의 질과 효율 중심으로 변하면서 지역간의 격차가 발생하고 불평등이 심화하고 있다. 입지여건이 양호하고 첨단산업이 많은 수도권은 성장하고 저성장의 지방 도시는 점점 낙후되고 있다.

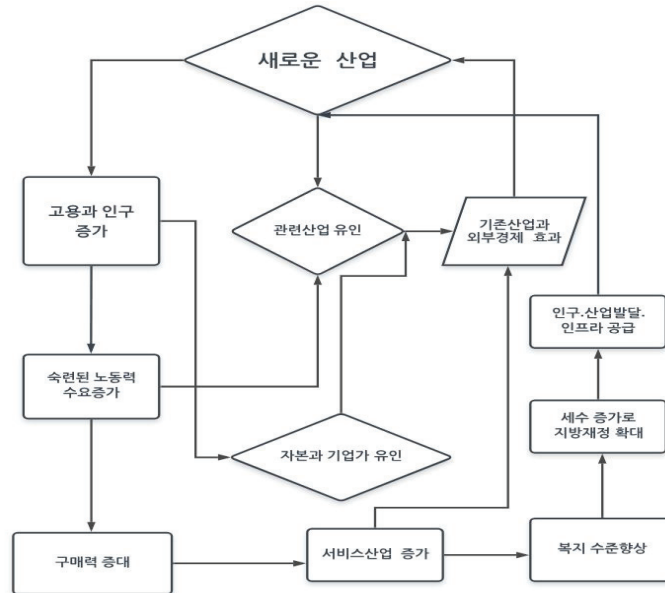
본 논문은 지역별 주택가격 격차의 요인들을 파악하고 요인들을 평가를 통하여 지역 불평등의 주요 요인인 주택가격 격차 해소의 틀을 마련하고 이에 대한 대안을 제시하는 것이 연구 목적이다.

II. 이론적 배경

1. 지역성장격차 이론

지역의 격차 발생 원인은 자원(토지), 노동, 자본의 생산 요소로 자원은 기술 수준이나 인적 자원으로 교육수준과 직결되고 노동의 질과 생산성을 좌우한다. 또한, 생산 요소 간의 교류가 활발해 지면서 상호교류의 의존도가 높아지면서 격차가 심화한다. 불균형이론으로는 미르달(Myrdal)의 누적적 인과모형, 허쉬만(Hirschman)의 불균형성장모형, 프리드만(Friedmann)의 주변 중심지모형이 대표적이다. 미르달의 이론은 성장지역이 노동, 자본, 물자를 끌어들이고 자본축적과 기술진보, 전류효과를 통해 더욱 발전하나, 낙후 지역은 생산 요소가 유출되는 역류효과가 발생하고 투자할 여력이 없어서 쇠퇴와 침체의 악순환이 된다는 것이다. 시장 시스템은 수익성이 높은 경제활동이 특정한 지역에 집중하는 경향이 있다. 생산요소가 집중된 지역, 접근성이 좋은 지역 등이 경제활동의 중심지를 형성한다. 이 같은 불균형 현상은 시간이 지날수록 더욱 확대된다(서충원, 1998). 지역 성장이론은 정보, 지식사회가 되면서 인적 자원이나 매력적 환경이 생산자원이나 기술보다 중시되면서 한계를 드러낸다(이희연, 2018).

<그림 1> 미르달의 순환적 누적적 인과과정 모델



산업입지는 주택입지와 불가분의 관계이다. 주택은 경제활동과 밀접한 관계로 일자리가 많은 산업 인근에 위치하여 지역이나 도시와 성장과 쇠퇴를 함께 한다. 승수효과로 높은 학력 수준과 높은 소득으로 인구 유입과 소비증가로 지역경제의 선순환이 이루어지고, 이와 함께 도시의 교통, 인프라, 편의시설, 교육 등 주거환경확충으로 다른 도시와 격차는 갈수록 확대된다. 반대의 경우는 점점 낙후된다.

2. 새로운 입지이론과 산업구조

1) 집적경제와 산업 군집화

전통적 입지이론은 토지 비옥도, 거리, 수송비, 인건비, 매출액 등 공간 중심으로 발전해 왔다. 그러나 교통, 정보·통신의 발달로 더는 공간이 중요하지 않게 되었다고 주장이 제기되었다. 정보통신의 발달로 인력축소나 재택근무로 사무실은 줄어들고, 전자상거래 활성화로 매장의 감소하

고 자동화와 해외 이주로 공장은 줄어들고, 교통 발달로 직장·주거 분리가 가능하여 주거의 위치 중요성이 감소하여 노동 인구는 교외로 이동한다. 따라서 도시의 사무실, 상가, 인구가 감소하여 주택가격은 하락할 것으로 예상했다. 그러나 예상과 달리 날이 갈수록 주거지와 인구는 대도시에서 집중되었고 사무실, 상가, 공장은 특정 지역에 집중되고 있고 지방 중소도시는 상대적으로 쇠퇴하여 부동산가격은 차별화되어가고 있다. 기술의 발달로 이동과 접근성의 확대로 경제활동의 패러다임을 변화시켜왔다. 특히 정보통신의 혁신적인 기술의 발전은 같은 업종이 한 지역으로 모여 외부효과로 나타나는 집적경제와 연관 산업이 집중되는 군집화가 나타나고 있다. 정보와 지식 공유, 우수 노동력과 기술의 집중화, 인프라의 집중 등으로 소득, 학력, 수명, 주택가격까지 지역 불평등이 심화하고 있다(Moretti, 2010).

2) 주택의 위치재와 소비심리

주택은 거주 목적뿐만 아니라 사회적 위치, 성공 여부, 능력 등을 나타내기 위한 위치재 상품(positional goods)이다. 위치재는 기능이나 이용보다는 사회 가치를 중시하는 상품으로 명품 브랜드, 명문 학교, 고급 주택 등이 있다. 위치재는 희소성이 중요하고, 아무나 살 수 없어야 상대적으로 가치가 높아진다. 일반 상품은 그 가치가 우리의 삶에 직접 필요하므로, 위치재 상품은 다른 사람들이 살 수 없으므로 그 가치가 나타난다. 위치재 상품은 사치품 또는 과시 상품 등과 연결되며, 소비자의 사회적 위치를 나타낸다(Hirsch, 1978). 다른 사람이 소유한 것과 비교할 때 상대적으로 좋은 위치재인 주택을 소유함으로써 개인의 위상이 높아질 것을 기대한다(Frank, 1985). 위치재는 소속집단의 소유가치가 증가함에 따라 만족도도 증가한다(Foye, 2018). 고급 아파트는 고가이고 희소하며 다른 주택과 차별화되기 때문에 특별한 집단에 소속감을 느끼고 자신 부와 지위를 과시하는 상품이 되었다. 입지가 좋은 학군, 좋은 주거지는 동서를 불문하고 위신(prestige)을 추구하는 인간 욕망을 충족시켜 준다(이방

주, 2007). 강남아파트와 같은 고급 주택지역은 명품처럼 위치재로 자리를 잡았다. 지식과 공유가 중시되면서 숙련된 인재나 교육수준이 높은 인적자본이 특정 지역에 밀집하면서 지식 창조, 확산, 교환, 축적이 이루어지면 생산성이 증대된다(Robert, 1998). 이러한 특정 지역에 위치함으로써 누리는 외부효과와 위치재로 주택을 심리적 욕구의 만족을 위해 기꺼이 비용을 감수하겠다면 이는 주택가격에 영향을 줄 수 있고 높은 가격이 유지될 수 있다. 따라서 외부효과와 한계효용과 소비심리이론을 이용하여 주택 구매자 행동을 이해하여 가격 결정요인을 파악할 수 있다.

3) 산업구조와 고용

한국감정원의 최근 3년간 주택가격상승률 분석에 의하면 서울은 크게 상승했으나 지방 도시는 오히려 하락하였다. 구체적으로 2015년부터 2019년 10월까지의 아파트가격 상승률을 지역별로 분석하면 전국 평균은 2.3%이고 서울 12.3% 상승하였으나 지방 8개 도는 평균 -3.9% 하락하였다. 특히 지방의 전통적 산업도시인 군산 -10%, 울산 -11%, 포항 -12%, 창원 -17%, 거제 -27%로 크게 하락하였다. 반면에 수도권 도시인 과천시 19%, 광명시 17%, 성남시 14% 상승하였다. 또한, 서울과 수도권과 지방 도시의 주택가격 격차가 점점 커지고 있다. 지역별 주택가격을 비교해보면 전국 평균가격 100을 기준으로 2015년(2019년) 서울 194(232), 강남구 360(462), 지방 8개도 57(46), 하위 3개 군 평균은 30(25)으로 가격 격차가 심할 뿐만 아니라 그 격차가 점점 확대되고 있다.

지역별 격차의 주요 원인은 산업구조 때문이다. 첨단산업 중심의 수도권은 상승하였으나, 조선업, 자동차, 기계 등 제조업의 지방 도시의 주택가격은 하락하였다. 산업은 지역의 일자리를 창출하며 소득의 원천이다. 고도로 숙련된 근로자는 고임금 일자리를 얻을 수 있는 곳으로 이주할 동기가 있다. 높은 소득을 올리는 사람들이 모이는 곳에 더 많은 산업과 일자리가 창출한다. 첨단, 고연봉의 산업체가 입지한 수도권은 고용과 소득의 증가로 주택 수요가 많아져 주택가격 상승하였다. 지방은 산업구조

등으로 고용이 감소하고 지역경제는 점점 위축되고 있다.

이러한 현상은 국가 경제에서도 나타난다. 일본의 장기불황은 산업구조가 자동차나 기계산업에만 의존하고 IT 산업화에 대응하지 못했기 때문이라는 주장이 제기되었다(임채성, 2017).

3. 선행연구

주택가격의 지역에 관한 연구는 사회인구 요인과 입지선호로 분류할 수 있다.

Morrow et al.(2009)은 오하오주의 65세 이하, 50세 이상의 중장년층을 대상으로 관별 분석을 통해 다른 연령 집단의 주택 선호도와 유사점과 고유한 특성과 관심 부분을 조사했다. 공통적으로 경제력, 교통, 안전, 시설유지, 외양에 관심이 높았다.

Pembina Institute(2014)의 주택 선호도 설문조사의 결과에 따르면 주택 선호도는 위치 기반 특성에 의해 강력하게 결정된다고 분석했다. 대형 주택과 넓은 부지, 자동차 운전보다 걷기 쉽고, 교통이 편리하고, 출퇴근 시간은 짧은 것을 선호하고, 무엇보다 이웃이 중요하다고 분석하였다.

Fack and Grenet(2010)는 좋은 학교가 집값을 올리는가? 라는 연구를 통하여 중학교 성적과 파리의 주택가격 데이터를 사용하여 공립학교의 성적은 주택가격에 큰 영향을 미친다는 것을 분석하였다. 학교 시험 점수의 표준편차가 증가하면 주택가격이 1.4~2.4 % 상승하고, 이 효과는 미국 및 영국의 추정치와 유사하며 인접 학교구역의 주택 가격 차이를 설명한다고 하였다.

박원석(2015)은 수도권과 대구·경북가구의 주거입지 선호요인을 비교 분석을 하였는데 수도권은 대중교통 접근성, 안전성, 생활환경 순이고, 반면, 대구·경북 가구는 향후 시세차익과 자가용 교통 접근성 등 주택의 경제적 투자가치에 대한 선호도가 높은 것으로 분석하였다.

김주영·김주후(2006)의 연구는 위계적 선형모형을 이용해 근린특성이 지가에 미치는 영향을 분석한 결과 주택가격에 도로율은 유의하지 못하

였지만 직주근접도와 대졸 이상의 가구 비율은 유의한 것으로 분석결과를 보여주었다.

정수연(2006)은 교육요인이 서울 아파트가격에 미치는 영향을 위계적 선형모형을 이용해 분석하였다. 강남의 경우는 교육요인을 포함한 지역요인이 가격을 설명하는 비중이 43%인 반면, 강북의 경우에는 14.6%에 불과하여 교육요인이 아파트가격에 미치는 영향은 강남이 상대적으로 강북보다 더 크다고 하였다.

하승현(2018)의 연구는 낯선 사람에 대한 신뢰를 사회적 신뢰 종속변수로 서울서베이 자료를 이용하여 근린환경 요인을 탐색하였다. 결론은 사회적 신뢰형성을 위해 대면 접촉기회를 증가시킬 수 있는 보행환경, 공원, 체육시설, 대중교통, 주거면적 다양화가 유의하였고, 안전한 야간보행, 1km 이내 통근 지역, 공해 시설 보행 접촉 감소를 새롭게 제시하였다.

본 연구와 선행연구의 차별성은 일부 시군구의 입지선호도를 설문조사로 가격요인을 분석한 기존연구와 달리 전국 229개 시군구를 대상으로 모든 아파트 공시시가를 빅데이터로 분류하여 주택가격을 산출하였고 독립변수는 수요·공급 요인과 입지요인을 통계자료로 분석하였다. 방법론은 회귀분석과 인공신경망의 기법으로 주택가격 격차의 요인을 분석하였는데 실제 주택가격과 회귀분석 예측치와 인공신경망 추정된 예측치를 비교분석 하였다.

Ⅲ. 모형 설정 및 분석 자료

1. 모형 설정

부동산가격은 많은 요인에 의하여 영향을 받는다. 우선 수요와 공급에 의하여 결정된다. 따라서 인구, 소득, 소비, 저축, 주택금융은 수요 요인이고, 주택공급량, 건설비용, 정부 정책 등은 공급 요인으로 분류하여 분석을 해왔다. 또한, 이자율, 물가, 주식시장 등의 경제적 여건은 주택가격

결정에 영향을 미치는 요인들이나 수요공급변수 모두가 주택 격차에 영향을 주는 것은 아니다. 주택금융, 이자율, 물가, 주식시장 등 경제 관련 변수는 거의 모든 지역에서 같은 조건이기 때문에 지역별 격차에 영향을 주는 요소는 아니다. 주택가격 격차에 영향을 주는 변수는 수요공급함수보다 입지여건이나 주택선호도 같은 효용함수들이다.

개별적으로 주택구입의 결정요인분석(주택산업연구원, 2011)을 가격요인, 개인 가구특성, 물리적 요인, 입지요인 등을 나열하고 있다. 주택구입 결정요소 중 입지조건은 28%, 투자가치는 21.5%, 주택특성(17.5%), 브랜드(16.9%), 단지특성(16.1%)이 있고, 입지특성으로는 교통 편리(26.4%) 쾌적성(23.5%), 편의시설(20.0%), 교육환경(17.9%), 커뮤니티(12.2%) 순서였다.

박원석(2015)은 주택 입지요인 중 지역 요인 중요도는 대중교통, 안전성, 생활환경, 자연환경, 학군, 직장근접성, 지역 명성, 자가용 접근성의 순이었는데 선호 입지요인이 지역별로 차별적으로 나타났다. 이러한 입지특성은 지역 주택의 수요 및 공급에 영향을 미치고, 나아가서 주택가격 격차에 영향을 미치게 된다. 주택가격은 시간에 따라 변동하기도 하지만 공간적 요소에 영향을 받는다. 선행연구에서 주택가격의 결정요인이나 격차분석은 주택의 입지여건이나 주변 환경보다는 주택의 개별적 요인으로, 입지나 환경은 물론 심지어 소득 등도 주관적이고 제한적인 설문조사에 의존하여 주택가격을 부분적으로 분석해왔다.

1) 수요공급이론 - 모형1

가격 결정은 고전경제학파의 시장에서 수요공급이론과 한계효용학파의 구매자 만족에 의한 효용과 비용 이론으로 크게 나누어진다. 주택가격이 부동산시장의 수요와 공급에 의하여 결정되는지, 아니면 주택 구매자의 만족 선호도에 따라 결정되었는지 분석할 가치가 있다.

본 연구에서 고전경제학파의 수요공급 모델과 한계효용학파의 주택 만족도를 고려한 입지여건 모델로 지역 아파트 가격 격차를 분석하고자 한

다. 가계는 생산 요소의 공급자이면서 소비생활의 주체이다. 가계는 소비와 동시에 생산에 필요한 노동력, 자본, 토지를 제공함으로써 소득을 얻게 되고, 소득 내에서 소비한다. 여유자금은 내 집 마련이나 노후에 대비하기 위해서 저축이나 투자를 한다. 경제가 활성화하여 기업의 생산량이 증가하고, 매출액이 증가하면 공장을 증설하게 되고 노동자의 고용과 소득이 증가한다. 이는 지역 인구를 증가시키고 도시기반시설의 구축을 더욱 필요하게 만든다. 그래서 기반시설을 확충을 위해 정부는 재정을 활용한다.

고전경제학과의 기본 가격 결정이론을 단순화하면 가격(P)은 수요(D)와 공급(S)에 의하여 결정된다. 수요는 소득(Yi), 소비(Cm), 저축(Sa), 재정(Gv)이고 공급은 생산 요소인 토지(La), 노동(Lb)과 자본(Kp)으로 재화에 대한 수요와 공급이 일치하는 지점에서 가격이 이루어진다. 주택가격 결정을 일반가격이론에 적용하면 수요함수와 공급함수에 의하여 결정되는데 주택의 일반적 수요함수는 개인소득, 소비수준, 보유자금, 정부 지원이나 세금 등이다. 주택 공급은 토지에 인력과 자본을 투하하여 주택을 공급한다. 주택가격은 수요량과 공급량이 일치하는 지점에서 결정된다. 이 모형은 전통적인 양적인 분석 방법으로 질적인 주택 격차를 분석하는데 한계가 있다.

$$Q_d^x = f(P_x, Y_i, S_a, G_v, C_m) \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

$$Q_s^x = g(P_x, L_a, L_b, K_p)$$

$$Q_d^x = Q_s^x$$

$$P_1 = (Y_i - C_m + S_a + G_v) - (L_a + L_b + K_p)$$

2) 한계효용이론 - 입지선호도 - 모형2

고전학과의 생산비설은 공급측면에 입각한 생산물 가격을 설명하데 반

하여 한계효용이론은 수요측면에서 효용 즉 욕망의 만족 정도를 한계비용과 한계효용이 가격을 결정한다고 주장한다. 즉 생산원가에 이윤을 추가하는 가격이 아니라 사용가치보다는 소비자 만족하고 차별화한 상품에 대하여 기꺼이 내리는 가격이다. 즉 주택의 가격은 생산원가보다 편의성, 주거의 만족으로 결정된다. 이론 배경과 선행연구와 설문조사 등에서 가장 많이 활용한 변수를 대리변수로 결정하였다. 대중교통 이용인 교통(Tr), 쾌적한 환경(If), 일자리인 고용(Wk), 생활편의 시설(Ct), 교육환경인 학군(MC), 거주자 구성과 교육수준의 이웃(Mu) 등으로 선정하였다.¹⁾ 이러한 요소들을 함수식으로 정리하면 다음과 같다.

$$P_2 = f(Tr, If, Ct, Wk, Mc, Mu, \dots) \quad \text{<식 2>}$$

3) 지역성장 불균형이론 - 모형3

미르달(Myrdal)의 누적적 인과모형의 요인들을 분석모형에 적용하여 변수들을 확인하였다. 신산업이 입지하면 고용(Wk)과 인구가 증가한다. 고학력(Mu)과 숙련공의 수요가 증가하여 고소득자(Sa)가 많아지고 전체적으로 인건비(Lb)이 증가하여 구매력이 증대되어 소비(Cm)가 증가하고 연관기업과 추가로 투자자본(Kp)이 유입된다. 음식점, 소매점, 의료기관 등 상가(Ct)의 지역 서비스산업의 지역시장 확대되고 지역의 부가 증가하여 주택가격(P)과 지역 소득(Yi)이 증가한다. 지방세수 증가로 지방재정(Gv)이 확대되고, 인구증가와 산업발달로 도로, 교통(Tr), 공원(If), 통신, 상하수도 등 인프라가 공급되고, 의료시설, 학교(Mc), 주택소유(La) 등 복지 수준이 향상된다. 집적경제, 연계산업의 유발효과로 관련 산업을 유인하여 지역 성장이 가속된다. 결국은 모형3은 앞의 모형1과 모형2를 합친 것과 같다. 모형3을 약식하면 다음과 같다.

1) 2017년도 주거실태조사 결과 주거만족도 : 편의시설, 의료시설, 공공시설, 문화시설, 공원녹지, 대중교통, 주차시설, 교육환경, 치안 문제, 소음문제, 주변 청결, 대기오염, 지역 유대.
Urban and Civil Engineering(2018) : 직장, 도심, 학교 거리, 주택가격, 커뮤니티, 시설 가용성

$$P_3 = P_1 + P_2$$

<식 3>

2. 변수선정과 분석 자료

모든 변수는 2015년도 기준으로 작성되었고, 종속변수 아파트 공시시가는 국토부 자료로 아파트 전용면적(m²)당 가격으로 시세, 실거래가와와는 차이가 있다.²⁾

분석모형에서 도출된 수식을 바탕으로 추정에 이용되는 변수로는 수요공급 부분, 입지여건 부분으로 구성하였고 주로 통계청 자료를 이용하였다.³⁾ 수요인 소득(Yi)의 대리변수인 지역 소득은 국민연금공단의 지역가입자의 월 소득신고액(천원)의 자료를 이용하였는데 직장가입자는 제외하였다. 소비(Cm)는 중소상가에서 소비되는 상가당 매출액으로 상가당 신용카드 사용액을 소상공인진흥공단의 빅데이터로 분석한 상가소비액(천원)이다. 저축(Sa)은 저축과 투자여력이 높은 고소득 직업군 비율로 소득직업은 13개 업종 중 평균연봉이 50백만원이상 업종인 금융보험, 방송정보, 공공행정의 종업원비율, 재정(Gv)은 지자체별(지방세+세외) 수입을 일반회계 예산으로 나눈 재정자립도를 변수로 정하였다. 공급인 토지(La)는 토지가격이 높은 상관관계로 배제하고, 토지 부속물인 주택지표로 다가구를 제외한 주택수를 1인가구 포함한 가구수로 나눈 주택보급율(%), 노동(Lb)은 노동자의 임금인 종업원급여는 1인당 지역별 평균급여, 자본(Kp)은 대출액이 대부분인 금융대출액(백만원)액을 인구수로 나누어 산출하였다.

주택 선호도를 고려한 입지여건에서 변수선정은 간접적 대리변수를 주로 인용하였는데 이는 과거에는 정성적 분석으로 설문조사를 주로 해왔는데 계량적 분석을 위해 대리변수를 사용하였다. 교통(Tr)은 버스, 지하철 이용하는 수를 12세이상 통근통학하는 인구수로 나눈 대중교통 이용

2) 한국감정원에서 작성한 국토부의 공동주택 공시가격은 약 13,000,000개의 빅데이터를 229개 시군구별로 분류하여 단위당 평균가격으로 작성하였다. 시세는 전국 229개 시군구 중 일부(125~162개)만 제공. 공시시가는 지역에 따라 시세를 50~80%정도 반영하나 시점이나 기관에 따라 차이.

3) 통계자료 출처는 14개중 8개는 통계청이고 그 외 6개는 본문에 명시함. 통계청 자료 중 금융대출, 종업원수, 인건비, 업종급여는 경제총조사 시·군·구별/산업별 총괄(2015)

비율(%), 환경(If)인 공원은 도시의 소공원, 어린이공원, 근린공원, 수변공원, 체육공원 등의 인근 공원면적을 인구당으로 환산한 자료이며, 시설(Ct)은 인구당 상가시설 개수로 소상공인진흥공단의 2백만개 상가수를 지역인구(천명당)로 나누어 산출하였다. 직주근접인 고용(Wk)의 근로납세자수는 지역에 근로소득세 원천징수하는 고용자수(천명)를 국세청 자료를 이용하였다. 학군(MC)은 고등학교 수능성적으로 전국 일반고와 자율고 1,700개 학교의 약 60만명 응시자 중 약 10%이내 우수성적에 해당하는 1등급과 2등급의 학생 비율을 지역별로 산출한 중앙일보 자료를 이용하였다.⁴⁾ 이웃(Un)은 거주 인구 중 대학교 이상 졸업자의 비율을 이용하였다.⁵⁾

<표 1> 기초 통계량

변수	대리변수	평균	중위값	표준편차	최소값	최대값	자료출처
종속	아파트가격	1,374	1,116	774	521	5,215	국토부
소득	지역소득	1,218	1,219	99	1,040	1,608	국민연금
소비	상가소비액	3,142	2,978	1,259	1,218	13,950	소상공인
저축	고소득직업	10	9	5	2	28	통계청
재정	재정자립도	27	23	15	7	76	통계청
토지	주택보급률	87	89	8	58	97	통계청
노동	중업원급여	25	24	5	17	51	통계청
자본	금융매출/인구	18	4	125	1	1,800	통계청
교통	대중교통이용	19	17	11	4	44	통계청
환경	공원면적/인구	311	164	370	3	2,094	통계청
시설	상가수/인구	55	53	20	21	172	국세청
고용	근로납세자수	10	9	5	2	28	소상공인
학군	수능1.2등급	8.8	7.9	5.2	1	30.7	중앙일보
이웃	대졸이상	18	15	10	5	71	통계청

- 4) 서울, 광역시, 주요도시만 평균화 되어 있고, 비평균화 지방의 우수고교 포함된 일부 지방은 성적 상향됨. 단 자율고 151교 중 전국단위로 모집하는 민사고 등 10개교 특목고, 특성화고 제외
 5) 인프라로 전기, 통신, 가스, 상하수도 등은 보급률이 높아 변별력이 없어 변수에서 제외하였고, 범죄, 질병 등은 도시의 규모의 증가의 1.15배 상승하는 규칙(Bettencourt et al., 2010)

3. 기초 통계량

분석 대상은 2015년 기준을 원칙으로 전국의 모든 시군구 229개(특별시 25구, 광역시 51구, 경기도 30시군, 지방 123시군)가 포함되어 있다.

종속변수인 시군구별 아파트 공시가격 평균은 최댓값(강남구 5,215천원)과 최솟값(단양군 521천원)은 10배 이상 차이를 나타냈고 전국의 상대표준편차도 0.56으로 컸다. 시군구별 아파트 공시가격 분포도로 강원도, 경상도, 전라도 일부 지역에서 m^2 단위당 평균 매매가 75만원 이하이고 서울을 중심으로 가격이 높고 특히 강남구와 과천시는 5백만원 이상이다. 독립변수 13개의 평균, 중위값, 표준편차, 최솟값, 최댓값을 표시하였다. 상대적 표준편차(표준편차/평균)는 소득과 주택보급률은 적으나, 금융매출은 상당히 컸는데 대출이 본점 중심이나 특정지역 중심으로 발생했기 때문으로 추정되고, 공원도 1 이상이었는데 이는 지역적으로 산이나 강이 인접하여 발생한 것으로 보인다. 최대값이 최소값의 10배 이상인 변수는 금융매출, 공원, 수능성적, 대출비율, 고소득업종 등으로 인구당 비율이지만 차이 크다.

IV. 분석모형 및 분석결과

1. 회귀분석 모형

회귀분석에서 주택가격은 종속변수이고 13개를 독립변수로 사용하고, 회귀방정식에서는 기본 수요와 공급의 변수로만 구성된 제1모형, 주택입지요인 변수가 추가된 제2모형, 1, 2 모형을 종합한 제3모형으로 3개의 모형을 분석하고자 한다.

독립변수들이 직접적인 변수가 아니라 대리변수로 인용되는 경우가 많아 어떤 변수를 선택할 것인지는 일차적으로 선형회귀분석에서 후진법을 이용하여 적정변수를 선택한 다음, 높은 상관관계로 인하여 다중공선의 문제가 발생하는 변수를 검정하여 변수를 확정하여 최종 회귀분석을 시

행하였다. 주택가격을 종속변수로 하는 3개의 모형 방정식으로 구성된다.

$$P_1 = \alpha + \beta_1 Yi + \beta_2 Cm + \beta_3 Sa + \beta_4 Gv + \beta_5 La + \beta_6 Lb + \beta_7 Kp + \epsilon \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

$$P_2 = \alpha + \beta_8 Tr + \beta_9 If + \beta_{10} Ct + \beta_{11} Wk + \beta_{12} Mc + \beta_{13} M + \epsilon$$

$$P_3 = P_1 + P_2 + \epsilon$$

2. 인공신경망 분석 모형

인공지능 신경망분석은 전통적 선형회귀 모형은 최소자승법을 통해 계수를 산출하고 그 계수는 회귀방정식에 베타값으로 나타낸다. 변수와 모형의 선택은 많은 시나리오가 존재하는 분석의 경우에 인간의 뇌 구조를 모방한 인공신경망인 자기학습의 알고리즘으로 다양한 시뮬레이션으로 많은 데이터에서 패턴을 발견할 수 있다. 이를 통하여 더 나은 모형으로 스스로 검정하고 예측값을 추정할 수 있어서 선형회귀보다는 인공신경망(artificial neural network) 분석을 이용하는 것이 유리하다. 종속변수와 독립변수 간의 선형 관계가 적절한 경우 신경망 네트워크의 결과는 선형 회귀 모형의 결과에 근사하다. 그래서 선형회귀는 특정 신경망 네트워크의 특수한 경우라고 주장할 수 있다.⁶⁾

인공신경망 분석은 결과값이 비교적 정확도는 높지만, 출력결과로 예측값과 독립변수의 중요도만 확인할 수 있을 뿐이고, 계수나, 유의 검정 등을 알 수 없다. 따라서 종속변수와의 관계, 변수 간의 영향력 등의 인과관계를 규명하거나 해석할 수 없다. 또한, 산출과정을 알 수 없고 고정되지 못하는 은닉층을 이용하기 때문에 검증할 수 없고 결과값이 확정되지 못한다는 분석의 한계를 가지고 있다. 그러나 모형 해석 가능성이 중요하지 않은 경우나 변수의 중요도나 예측치를 산출하고자 할 때는 유익한 결과를 얻을 수 있다.

6) IBM SPSS Neural Networks 24, 인공지능의 통계 패키지 이용.

3. 실증분석 결과

1) OLS 분석결과

검정계수를 살펴보면 자기상관 DW 1.764~1.822로 자기상관은 없고, 다중공선성의 VIF는 모두 4이하로 공선성의 허용범위 이내이고, 모형검정에서 F값 검정 유의수준은 0으로 모든 모형은 적합하였고, 설명계수인 R^2 값이 제1모형 71.0% 제2모형 78.8% 제3모형 81.8%로 높은 편이다.

제1모형 분석은 6개 변수 중 금융매출액만 제외하고 5% 이내에서 모두 유의미하였는데 특히 주택보급률, 상가소비액, 지역소득, 재정자립도가 가장 많은 영향을 준 것으로 분석되었다. 주택보급률은 음으로 유의하였는데 이는 주택 공급 증가하면 가격이 하락한다는 일반적 이론과 일치한다.

제2모형에서는 6개 변수 중 수능등급(2%)을 제외하고 모두 1% 이내에 강하게 유의하였다. 이는 대중교통이 발달된 지역과 쾌적감을 주는 공원면적이 넓은 지역이 주택가격이 높다고 해석할 수 있다. 인구당 상가시설은 음으로 유의미하였는데 이는 상가가 적정수보다 많으면 오히려 아파트가격이 낮다는 것을 의미한다. 근로소득납세자수는 지역 근무하는 종업원수로 일자리를 의미하는 것으로 높게 나타났다. 수능성적도 유의하였는데 주택가격의 높은 지역은 좋은 학군이라는 일반적 인식과 일치한다. 대출비율도 높게 나타났는데 학력은 소득과도 상관관계(0.73)가 높은 하지만 거주자의 구성과 이웃을 중시하는 것으로 이해된다.

수요공급 제1모형보다 주거만족도 중심의 제2모형이 설명력이 높은 편인데 이는 주택 선호도를 고려한 입지 관점에서 주택가격을 분석할 필요를 보여준다.

제3모형은 수급모델과 입지여건 모델을 합친 종합 모델이다. 수급요인 중에 재정자립도와 종업원급여, 금융매출액도 다른 변수의 강한 영향으로 유의하지 못하였다. 그러나 주택 수요에 가장 기본적인 소득, 소비, 저축은 양으로 유의하였다. 그리고 주택 선호도를 고려한 입지요인 6개 변수 모두가 5% 이내에서 유의하였다.

첫째, 대중교통이용률이 높을수록 주택가격 상승률이 높아진다. 이는

자가운전보다는 대중교통이 발달된 곳이 교통여건이 양호한 지역으로 주택가격이 높다고 해석할 수 있다. 둘째, 환경의 쾌적함의 지표인 공원이 강하게 유의하였는데 이는 설문조사의 분석과 일치한다. 특히 편리함과 함께 건강의 관심도 높아져 여가와 휴식공간이 중요시되고 있다고 해석할 수 있다. 쾌적한 도시가 살기 좋은 도시이고 주택가격이 높은 도시라 할 수 있다. 셋째, 상가수가 많으면 생활의 편익을 주나 자영업 종사자는 주로 소매, 음식, 서비스 업종으로 전 업종 평균 소득의 절반 수준으로 낮아 간접적으로 주택가격에 음의 영향을 주는 것으로 추론된다.

넷째, 고용(종업원수)이 많을수록 아파트 가격이 높은 것으로 분석되었다. 이는 주택가격이 일자리와 밀접한 관련이 있다는 점을 확인시켜주고 있다.

<표 2> 실증분석 결과

구분	대리변수	모형1		모형2		모형3		VIF
	아파트가격	추정계수	t값	추정계수	t값	추정계수	t값	
	(상수)	-1107.0	-1.466	400.0 ***	3.685	-641.81	-1.003	
소득	지역소득	2.899 ***	5.819			1.439 ***	3.277	3.9
소비	상가소비액	0.139 ***	5.390			0.060 ***	2.760	1.6
저축	고소득직업	23.289 ***	3.836			19.805 ***	3.847	1.3
재정	재정자립도	9.303 ***	2.846			0.768	0.271	3.8
토지	주택보급률	-26.557 ***	-6.368			-8.730 **	-2.107	2.1
노동	종업원급여	14.270 **	2.222			2.885	0.510	1.6
자본	금융매출구	0.308	1.234			0.024	0.012	1.8
교통	대중교통이용			25.15 ***	8.581	17.978 ***	5.011	3.4
환경	공원면적/인구			0.527 ***	3.786	0.443 ***	3.219	1.3
시설	상가수/인구			-5.372 ***	-4.223	-6.036 ***	-4.176	1.7
고용	근로납세자			2.289 ***	8.241	1.696 ***	5.234	2.6
학군	수능1.2등급			12.642 **	2.377	10.677 **	2.144	1.4
이웃	대졸이상			23.008 ***	6.989	13.136 ***	3.618	2.9
	D.W.	1.778		1.764		1.822		N
	설명계수	0.710		0.788		0.818		229

주)***1%이내 유의 **5%이내 유의 *10%이내 유의

이는 인근 지역 거주자가 유입되고 상권의 활성화 등으로 주택가격에 영향을 주는 것으로 추정된다. 다섯째, 수능성적 1, 2등급이 많은 지역이 아파트 가격도 높아, 학군이 주택가격에 영향을 준다는 학부모의 믿음을 지지하였는데 좋은 학군이 선호되는 것이 실증분석으로도 타당한 근거가 있으나 부의 세습 등으로 상대적 불평등을 증가시킬 수 있다.

여섯째, 지역수준(대졸이상 비율) 상위층 거주자가 많을수록 주택가격의 수준이 높아지는 경향이 있다. 이는 성공한 집단에 소속되고 과시하고자 하는 심리적 욕구의 만족과 정보를 공유하고 교류함으로 이웃(커뮤니티)에 대한 효용이 증가하였다고 추론되어 이는 위치재의 효과가 발생한다고 할 수 있다. 고학력층의 거주 지역은 급여수준이 높고 고부가가치 산업이 들어와 지역발전의 선순환 고리점이기도 하다. 특히 고소득직업비율도 강하게 유의미하였는데 이는 높은 학력, 좋은 직업이 많은 지역이 주택가격이 높다고 할 수 있다.

2) 인공지능망 분석결과 및 OLS와 중요도 비교

인공지능을 이용한 인공지능망 분석(ANN)을 시행한다. 다수의 은닉층을 가지고 있는 신경망을 학습시킬 수 있는 심층 신경망인데 그 중 예측력이 가장 우수하다는 인공지능망인 다층퍼셉트론을 이용한다. 분석 방법은 인공지능망의 ANN의 은닉층 개수, 노드 개수, 학습 횟수 등을 변화시키면서 입력층의 변수를 비지도 학습으로 오차함수를 최소화하고 신경망의 가중치와 편향을 최소화하여 분석한다. 결국, 인공지능 심층분석은 오차 함수(error function)를 최소화한다. 첫째, 주어진 데이터를 기반으로 해서 미지의 데이터를 예측하는 식. 둘째, 식에 포함된 파라미터의 좋고 나쁨을 판단하는 오차 함수 설정. 셋째, 오차 함수를 최소화할 수 있도록 파라미터값을 결정으로 단층 인공지능망과 구별은 오차함수 실행을 최소화할 수 있는 텐서플로 과정을 통하여 실행한다. 자료가 적으면 복잡한 심층학습 신경망 구조가 오히려 해가 될 수 있다. 자료가 적은 전통적인 기계 학습 모형들을 최적화하기가 더 쉽다. 반면 자료의 양이 증가하면 신경망의 오차함수를 최소화할 수 있다(차루 아가루왈, 2019).

자동 아키텍처를 이용하여 은닉층과 노드, 출력층을 선택한다. 은닉층이나 노드를 변경하여 검토하였으나 시스템 설계에서 자동으로 선별하는 것이 가장 오차가 적었다.⁷⁾ OLS에서 사용한 변수를 그대로 이용하여 지역의 주택가격에 영향을 주는 요인의 중요도를 분석하고 또한 예측결과를 실제가격과 비교하고 정확도를 OLS와 비교한다.⁸⁾

<표 3> 회귀분석과 인공신경망의 중요도 비교분석

제3모형		회귀분석		인공지능	단순회귀	상관분석	순위
변수	대리변수	표준화	정규화	중요도	설명력		
소득	지역소득	0.184	70%	66%	0.58	76%	3
소비	상가소비액	0.098	37%	46%	0.33	59%	7
저축	고소득직업	0.126	48%	29%	0.01	4%	8
재정	재정자립도	0.015	48%	27%	0.48	71%	8
토지	주택보급률	-0.087	33%	36%	0.35	-59%	10
노동	종업원급여	0.018	7%	48%	0.49	76%	13
자본	금융매출/인구	-0.004	2%	89%	0.13	18%	6
교통	대중교통이용	0.262	100%	45%	0.56	83%	1
환경	공원면적/인구	0.104	40%	32%	0.05	24%	9
시설	상가수/인구	-0.156	60%	49%	0.08	-30%	5
고용	근로납세자수	0.240	92%	49%	0.01	4%	2
학군	수능1.2등급	0.072	27%	28%	0.25	51%	12
이웃	대졸이상	0.173	66%	52%	0.56	73%	4

데이터 중 학습은 69%, 검정은 31%로 실행되었다. 은닉층과 노드는 자동 선택 설정한 결과는 모형1은 은닉층의 수는 1개, 노드의 개수는 4개, 모형2는 은닉층 1개 노드 3개, 모형3은 은닉층 1개 노드 6개로 선택되었다. 출력층은 종속변수인 아파트 가격의 예측값과 중요도가 산출되었다. 인공신경망(ANN)에서 보여주는 독립변수의 중요도는 선형회귀분석에서 표준화 베타 계수와 유사한 개념으로 예측에 이용된 변수의 영향력을 추정할 수 있다. ANN의 영향력 크기를 정리해보면 평균 정규화

7) 배성완·유정석(2017)은 훈련, 은닉층, 노드를 변경하면서 시행하나 신경망의 최적화를 이용.

8) 다층 은닉층의 심층분석은 딥러닝(DNN)으로 은닉층이 여러개 존재하여 예측력을 높일 수 있으나 실제로 은닉층과 노드수가 증가할수록 오차는 증가한다. 실제로 본연구의 데이터로 텐서플로 이용하여 ANN과 딥러닝의 DNN의 RMSE를 비교하였을 때 DNN 오차율이 크게 높아 제외하였다.

중요도는 자본, 소득, 이웃, 고용, 시설 순이다. 특이한 점은 회귀분석에서 유의하지 않은 금융매출액이 가장 중요도가 높았다.⁹⁾ 회귀분석모형(OLS)에서 표준화계수는 비표준화 베타값을 동일한 단위로 보여주는 것으로 영향력의 크기를 비교할 수 있다.

OLS 영향력의 크기는 교통, 고용, 소득, 이웃 순이다. 상관계수에서는 교통, 소득, 고용, 노동, 이웃이 0.70 이상으로 주택가격과 가장 밀접하다.

종합적으로 OLS와 ANN의 중요도 종합 평균 순위는 교통, 고용, 소득, 이웃, 시설 순으로 입지 변수가 높게 나타났다. 특히 교통과 고용은 모든 모형에서 가장 중요한 요인으로 나타났다.

3) 정확도 분석 결과

OLS와 ANN모형의 정확도는 예측값과 실제값과의 차이를 이용하여 다음 4가지를 비교하였다. 첫째로 예측값과 실측값의 상관계수를 측정한다. 둘째로 평균절대오차율(MAER) 실제값과 예측값의 오차율을 절대값으로 평균을 산출한다.

셋째는 평균제곱근오차(RMSE)는 실제값과 예측값의 편차에 제곱하여 합산하여 제곱근으로 환원하여 평균을 산출한다.

$$M.A.E.R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |1 - (\hat{y}_i \div y_i)|, \quad R.M.S.E = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2} \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

넷째로 OLS의 설명계수 산출방식으로 ANN도 설명계수를 직접 산출하여 비교한다. 즉 예측치와 실제값 차이인 SSE, 예측치와 평균의 차이인 SSR로 설명계수를 구하고 여기에 독립변수의 수를 반영한 수정된 설명계수(*adj R*²)를 산출하여 비교한다.

9) 인공신경망 분석에서는 원인을 규명할 수 없다는 단점이 있다. 또한, 정규화의 중요도가 고정되어 있지 않아 10번의 분석을 반복하여 평균값으로 산출하였다.

$$SSE = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2$$

$$Adj R^2 = 1 - \frac{(n-1) \frac{SSE}{(SSE+SSR)}}{n-p-1} \quad \text{<식 6>}$$

모형들의 예측 결과를 살펴보면 분석 방법과 분석 모형에 따라 큰 차이를 보였는데 제1모형 보다는 제2모형이 정확도가 높아 수급요인보다 입지요인이 정확하다고 말할 수 있다. 또한, 회귀분석보다 인공지능망이 우수하였다. 모두 6개모형 중 제3모형의 ANN이 가장 우수하였다. 절대오차율은 OLS 18%, ANN 12%, RMSE는 OLS 321, ANN 218로 모두 ANN이 낮았다. 또한, 설명력 계수에서는 ANN모형이 OLS보다 약 10% 정도 높은 결과가 나왔는데 특히 ANN 3모형에서는 91%로 높았다. 이는 수요공급만의 OLS 71%에 비하여 수급요인에 입지여건을 추가한 ANN 모델 설명력이 20% 이상 향상되었다.

<표 4> OLS와 ANN 정확도 비교

정확도	OLS			ANN		
	모형1	모형2	모형3	모형1	모형2	모형3
상관계수	85%	89%	91%	92%	94%	96%
절대오차	23%	20%	18%	16%	14%	12%
RMSE	410	351	321	299	281	218
수정설명계수	71%	79%	82%	83%	86%	91%

4. 실제값과 인공지능망 예측치 차이 비교

인공지능의 딥러닝 방식을 이용한 인공지능망(ANN)은 평균제곱근오차(RMSE)가 가장 적었고, 설명계수도 91%로 상당히 높았다. ANN분석 결과의 예측치를 기준으로 실제 아파트가격과 비교하였다.

실제가격이 인공신경망 예측치보다 크게 높은 곳인 수도권은 하남시 42%, 가평시 41%, 강동구 31%, 용산구 26%, 구리시 25%, 과천시 23% 등은 크게 차이가 났는데 이유는 재건축, 재개발 등이 원인으로 보인다.

지방은 계룡시 43%, 무안군 39%, 유성구 38%의 순으로 혁신, 기업, 행정 신도시가 높게 나타났다. 그 외 수도권에 10% 이상 높게 나타난 곳은 강남구, 노원구, 양평군, 파주시 등이다. 반면에 철원군, 영동군, 사하구, 단양군 등은 실제가격이 크게 낮았다. 그러나 인공신경망의 예측값이 주택가격의 적정이라는 의미는 아니다.

V. 결론 및 시사점

전국의 시군구 지역들을 대상으로 지역간 주택가격 격차 요인을 비교 분석하기 위하여 수요공급, 입지여건과 지역성장격차론을 이용하여 주택가격 격차 분석모형을 설정하여 요인과 중요도를 회귀분석과 인공신경망으로 분석하였다.

지역 주택시장의 가격 결정하는 상당 부분은 전통적 경제이론인 수요공급요인만 분석할 때에는 자본을 제외한 소득, 소비, 저축, 재정, 토지, 노동이 유의하였고, 효용의 함수인 입지여건에서 환경, 시설, 고용, 교통, 학군, 교육수준 등 모두에 유의했다. 전체적 분석에서는 재정, 노동, 자본의 3개 변수 제외한 모두에 강하게 유의하였다. 전통적 수급변수 모형보다 효용의 함수인 입지여건 모형이 설명력, 유의변수 모두에서 높았다.

인공신경망의 중요도 분석에서 중요한 것은 자본, 소득, 이웃, 고용 순이다. 회귀분석과 신경망의 종합적 평가는 교통, 고용, 소득, 이웃 순이다.

정확도 분석에서 개별적 회귀분석보다는 입지 변수들을 추가한 인공신경망 분석이 우수하였고 설명력도 91%로 높았다.

주택은 유대감과 소속감을 형성하는 주변환경과 연결하는 공유의 공간으로 교통이 편리하고, 일자리가 풍부하고, 쾌적하고, 자녀들을 교육하기

좋고 이웃과 교류할 수 있는 입지가 가치 있는 지역이라고 할 수 있다.

한계점은 지역별 자료가 비공개가 많고 더구나 시군구별 데이터가 부족하여 부득이 대리변수를 이용하여 분석하였다. 또한, 인공지능 기법이 우수하지만, ANN 예측치와 실제 가격과 차이를 가격의 평가 기준으로 추론하는 것은 무리가 있다. 또한, 군집별로 가격결정 요인을 분석하는 것은 의미가 있으나 전국적 격차 요인 파악이 목적이라 생략하였다.

시사점은 주로 주택가격 격차 해소에 대한 대안을 제시하고자 한다.

첫째, 지역별 주택가격 격차의 핵심요인은 교통과 고용이다. 우수 도시는 높은 학력, 높은 소득과 인구 유입으로 도시의 교통, 인프라 등 확충으로 다른 도시와 격차는 갈수록 확대된다. 정보통신, 지식산업사회가 될수록 인재와 기업은 특정 도시 집중하고 첨단산업도 집적과 군집을 중심으로 한 곳에 모인다.

지방 도시의 대책으로 일자리 확대가 도시생존에 필수 요건이다. 우선 격차요인인 교통인프라를 확충하고, 정보와 지식의 격차를 해소를 위해 교육과 고용이 촉진될 수 있도록 일자리 정책을 확대하고 장기적으로는 산업 혁신 등의 정책을 세워야 할 것이다. 중소도시들은 전통적 제조업 유치보다는 지역 특성에 맞는 산업의 육성이 필요하다. 기존의 대표산업을 확장하고 새로운 산업을 발굴하여 지원하는 것이 필요하다. 첨단산업보다는 관광, 교육, 유통 등 많은 고용이 필요한 업종이 지역경제 활성화에 도움이 될 것으로 생각한다.

둘째, 정보통신과 인공지능의 발달은 공간과 시간을 넘어서 새로운 산업과 직업이 만들어지거나 소멸되어 앞으로 많은 변화가 예상된다. 4차 산업혁명으로 산업구조개편이 예상되어 제조업 중심 지방도시는 쇠퇴하고, 첨단혁신산업이 위치하는 수도권 지역은 인구, 일자리가 집중되어 주택 수요가 증가할 것으로 예상하여 주택가격의 불평등이 심화될 것이다. 수도권 도시들은 일자리의 유발효과가 큰 첨단산업의 유치와 우수 노동력, 인프라, 지식전파가 가능한 집적경제와 클러스터의 산업단지 건설과 지원이 요구된다. 주택은 복합개발, 고층화, 대중교통, 친환경의 압축도시(Compact City) 건설을 도입할 필요가 있다. 서울의 택지 부족으로 주택

가격의 압력은 더 커질 것으로 예견되어 최근의 세계적인 추세인 구주거지 도심회귀현상을 검토하여 직주근접, 교통 편리, 고학력자가 많은 옛 중심가에 주택복합 도심재개발 계획이 필요하다.

셋째, 지역간 격차 해소를 위해 고용 확대, 소득 차이 완화, 산업의 균형 배치가 요구된다. 주택가격의 차별은 경제적 빈부의 차이와 사회적 차별의 증가로 국민의 불안을 가중하게 될 것이다. 정부 중심의 주택정책으로 주택가격의 불평등을 해소하겠다는 것은 악순환을 증가시킬 수 있다. 주택가격에 직접 개입보다는 교통, 인프라, 일자리, 교육의 확충으로 살기 좋은 도시를 만들면 주택가격의 차별은 점차 해소될 수 있을 것이다. 또한, 지역적 격차를 완화하기 위한 산업균형 배치는 정부의 형평성과 선택과 집중의 기업 효율성과 상충할 수 있다. 글로벌 경쟁시대에 형평성과 균형만을 강조하다 보면 기업이나 산업이 뒤쳐질 수 있으므로 유연한 전략이 필요하다. 각 지역의 특성에 맞는 산업을 육성하고, 다양한 지역개발을 통하여 지역간 성장격차를 줄이면 주택의 격차도 해소될 수 있다.

결론적으로 주택가격의 격차가 심각한 상태인 만큼 지역 저성장의 악순환과 수도권과 불평등을 해소하고 심화를 막기 위해서는 지방의 공간과 정보의 인프라를 개선하고 경쟁력 있는 산업의 유치와 일자리 창출로 지역 성장의 격차를 줄여야 지역 격차와 주택가격 격차를 해소할 수 있다. 아울러 교육, 환경, 사회자본에 재정투자를 통하여 지방 도시가 활력 있고 매력적이고 지속 가능한 지역을 만들어 가는 것이 중요하다.

논문접수일	2019.10.21.
논문심사일	2019.11.01.
게재확정일	2019.11.15.

참고문헌

- 김주영·김주후, 2006, “위계선형모델을 적용한 근린특성의 지가영향 분석”, **국토계획** 제41권 제5호, pp. 33-43.
- 리처드 플로리다(Richard Florid), 2018, **도시는 왜 불평등한가**, 매일경제신문사.
- 박원석, 2015, “수도권 가구의 가구특성별 주거입지 선호요인 분석”, **한국지역지리학회지** 21(3), pp. 515-528.
- 배성완·유정석, 2017, “딥 러닝을 이용한 부동산가격지수 예측”, **부동산연구**, 제27집 제3호, pp. 71-86.
- 서수복, 2014, “지가변동과 토지거래량의 공간적 자기상관에 관한 연구”, **국토계획** 제149권 제18호, pp. 21-34.
- 서충원, 1998, “미르달의 지역개발론”, **국토연구** 통권204호, pp. 84-91.
- 이희연, 2018, **경제지리학**, 법문사, 서울.
- 임채성 외, 2017, **저성장시대의 일본경제 장기불황 진입과 현황**, 박문사, 서울.
- 정수연, 2006, “교육요인이 서울아파트가격에 미치는 영향에 관한 연구”, **국토계획**, 41(2), pp. 153-166.
- 주택산업연구원, 2011, **주택구입 결정요인 분석**, 정책보고서, 서울.
- 차루 C. 아가르왈(Charu C. Aggarwal), 2019, **인공신경망과 심층학습**, 제이펍, 서울.
- 하승현, 2018, “근린환경이 사회적 신뢰에 미치는 영향에 관한 연구”, **주택도시금융연구**, 제3권 2호, pp. 53-84.
- Bettencourt, L. M., Lobo, J., Strumsky, D., and West, G. B., 2010, “Urban scaling and its deviations: Revealing the structure of wealth, innovation and crime across cities”, **PloS one** 5(11), pp. 134-145.
- Fack, G., and Grenet, J., 2010, “When do Better Schools Raise

Housing Prices?”, **Centre for the Economics of Education London School of Economics**, pp. 2-49.

- Foye, C., Clapham, D., and Gabrieli, T., 2018, “Home-ownership as a social norm and positional good: Subjective wellbeing evidence from panel data”, **Urban Studies** 55(6), pp. 1290-1312.
- Frank, R. H., 1985, “The demand for unobservable and other nonpositional goods”, **The American Economic Review** 75(1), pp. 101-116.
- Hirsch, F., 1978, **Social Limits to Growth**, Routledge, London.
- IBM, 2015, **SPSS Neural Networks**, IBM 24.
- Moretti, E., 2010, “Local multipliers”, **American Economic Review** 100(2), pp. 373-77.
- Morrow-Jones, H. A., and Kim, M. J., 2009, “Determinants of residential location decisions among the pre-elderly in central Ohio”, **Journal of Transport and Land Use** 2(1), pp. 47-64.
- Pembina Institute, 2014, “Home Location Preference Survey”, **Residents prefer to live and commute** pp. 11-17
- Robert, L., 1988, “On the Mechanics of Economic Development.” **Journal of Monetary Economics** 22, pp. 3 - 42.
- Urban and Civil Engineering, 2018, **Criteria Analysis of Residential Location Preferences**, Urban and Civil Engineering.
- 이방주, 2007.7.24. “부동산 입지 중요성 더 커진다”, <https://www.mk.co.kr/news/realestate/view/2007/07/390008/>

A Study on the Difference of Housing Price by Region

Chang, Young Gil*, Yoo, Joo Yeon**

<Abstract>

The purpose of this study is to identify the determinants of housing prices in the region based on demand and supply variables and location considering housing preference. In order to analyze the determinants of the housing price among the city areas in the nation, the housing price model was established by using the location conditions considering the supply and housing preference, and the importance was analyzed by regression analysis and artificial neural network.

Transportation, job, income, school districts, and educational level, which determine the price of the local housing market, show a strong influence. The model considering the location conditions gives clearer explanation and is more significant than the traditional demand supply model.

Capital was the most important factor in analyzing the importance of artificial neural networks, followed by income, education level, and job. The order of the overall importance is as follows: transportation, job, income, and neighborhood.

In the accuracy analysis, artificial neural network analysis to which location variables are added was superior to individual regression analysis model.

Keywords: residential price divide, local factor, Difference Factor, Importance Analysis, artificial neural network

* (First Author) Konkuk University, lecture PH.D, salz@naver.com

** (Co-Autho) Sangmyong University, professor, jyyoo@smu.ac.kr