국토연구 제49권 (2006. 6): pp171~184

위계적 선형모형을 이용한 오피스 임대료 결정요인 분석

An Empirical Analysis on Determinants of Office Rents Using Hierarchical Linear Model in Seoul Metropolitan Area

전기석 삼일회계법인 Property & Finance팀 자문가(제1연구자)
이현석 건국대학교 부동산학과 교수

※ 주요단어: 오피스 임대료, 위계적 선형모형, 추정력, 특성가격함수

목 차

I. 서론

II. 선행연구 검토 및 모형분석
1. 선행연구
2. 위계적 선형모형의 이론적 분석

III. 실증분석을 위한 변수설정
1. 실증분석 개요
2. 개별특성 변수
3. 지역특성 변수

IV. 실증분석 결과
1. 일반적 특성가격함수를 이용한 분석결과
2. 위계적 선형모형을 이용한 분석결과
3. 모형 간 추정력 비교

V. 결론

※ 이 논문은 건국대학교 사회과학분야 특성화지원에 의한 연구임

I. 서론

주택과 더불어 대표적인 부동산 유형의 하나인 오피스의 임대료 추정에 관한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 오피스는 매매차익(capital gains)과 임대료 수입(income gains)을 동시에 고려해야 하는 투자대상으로서 특히 임대료에 대한 추정모형의 정교화는 중요한 의미를 가진다. 오피스는 기업 활동의 공간으로서 지역적으로 집적하여 분포하는 모습을 보이는데, 서울의 오피스시장은 크게 도심, 여의도, 강남 등으로 3대 밀집권역을 이루고 있다. 따라서 오피스에 관한 연구에서도 이러한 지역적 특성에 주목할 필요가 있을 것이다. 그러나 대부분의 선행연구는 건물의 물리적 특성, 수요자 특성, 또는 계약형태의 특성 등을 살펴보는 데 주안점을 두고 있어 지역 특성이 적절히 고려되지 못하는 한계를 노출하고 있다. 또한 사용된 자료는 공간적으로 분류가 가능한 계층적 구조(hierarchical structure)를 가지고 있기에 개별 자료들은 동일 그룹 내에서는 상관관계를 보이는 반면 서로 다른 그룹 사이에서는 독립적인 관계를 갖는다. 그러므로 일반적 회귀모형과 같이 계수들을 고정값으로 가정하는 것은 문제가 있다.

이에 본 연구는 모형의 계수값이 변동 가능하여 지역적 특성을 적절히 고려할 수 있고 위계적 선형모형(Hierarchical Linear Model)을 도입해 오피스의 개별 특성과 지역단위인 행정동 수준의 특성을 동시에 고려하는 모형을 구축하고, 이를 바탕으로 오피스의 임대료 결정요인을 분석하고 임대료를 추정함으로써 기존의 한계를 극복할 수 있는 방법론과 보다 정교한 분석결과를 제시하고자 한다.

II. 선행연구 검토 및 모형분석

1. 선행연구

국내에서 오피스 관련 연구는 오피스의 수요·공급 등 오피스시장의 거시적 측면을 중심으로 이루어져 왔는데, 외환위기 이후 민간업체를 중심으로 서울의 오피스시장에 대한 체계적인 자료가 축적되면서 오피스에 대한 연구가 본격적으로 진행되고 있다. 특히, 오피스 임대료와 물리적 특성 등의 미시적 자료를 이용하여 임대료의 결정 요인을 밝히는 연구가 가장 활발하다.

허진호(1998)는 400여 개의 오피스 빌딩에 대해 각 권역별로 특성가격함수를 추정하였으며 도심지역은 공시지가, 건축연면적, 대지형상, 여의도권역은 지하철역 접근성, 건축 연면적, 강남권역은 지하철역 접근성, 공시지가, 기준층 임대면적, 준공연도를 주요변수로 채택하였다. 또한 권역별로 소유주체와 사용주체, 임대료 지불방식, 전세가 대비 보증금, 전세환산이자율과 임대료 등에 차이가 있음을 지적하였다.

김병욱·이상용·이현(1999)은 PGI(Potential Gross Income)와 NOI(Net Operating Income)의 두 가지 방식으로 정의된 환산임대료를 종속변수로 하여 오피스 임대료의 횡단면 분석을 시행하였다. 빌딩의 규모, 엘리베이터 수, 계약형태, 지역더미, 지하철역과의 시간거리, 소유주체, 지하철노선 등이 임대료의 결정에 유의한 영향을 미치는 요인임을 밝혔다. 그리고 오피스의 하위시장간 임대계약형태, 전월세전환율, 관리비 등에서도 차이가 있음을 보였다. 결론적으로 계약형태의 중요성을 제기하였고, 하위시장별 지역특성에 대한

분석의 필요성을 지적하였다.

손재영・김경환(2000)은 350여 개의 오피스 빌딩 자료를 이용하여 전체시장과 하위시장별 특성을 감안한 가격함수를 추정하였다. 서울시 전체 표본에 대한 분석결과 건물의 연면적, 지하철역과의 접근성, 대형 소매시설에 대한 접근성, 용적률, 입주한 금융기관의 수 등이 임대료를 상승시키는 요인이며, 식당, 휴게시설, 매점 등의 편익시설의 입주는 임대료를 하락시키는 요인임을 밝혔다. 또한 권역별 임대료 수준을 의미하는 더미변수가 유의한 결과를 보여 권역 간 임대료에 상당한 차이가 있음을 보였고 향후 오피스시장의 분석에 있어 권역별 분석이 필요함을 지적하였다.

이동규(2002)는 서울시 3대 권역 내에 위치한 오피스 빌딩의 자료와 지역에 입지한 기업의 매출액수준, 지역의 오피스지원 서비스의 수준, 행정동 내의 세세분류 업종 수 등의 지역자료를 특성가격함수로 분석하여 권역별 임대료의 차이에 대해서 지역요인을 통해 규명하고자 하였다. 오피스 임대료를 오피스가 밀집한 지역의 수준과 연결시켜 오피스의 개별적 요인뿐만 아니라 지역적 요인까지 고려한 점이 주목되지만 일반적인 특성가격함수를 이용하여 사회과학자료들이 가지는 다수준적인 특성을 고려하지 않았다는 점에서는 한계를 갖는다.

양승철・최정엽(2001)은 TSLS(Two Stage Least Square)를 적용한 오피스 임대료 결정모형의 추정을 통하여 계약형태, 개별지가, 엘리베이터 수, 지역더미, 층수, 공실률 등이 임대료 결정에 유의한 영향을 미치는 변수임을 밝혔다. 특히 공실률과 관련하여 임대인이 임대료에 대한 정보를 얻기 위한 수단으로서 공실률을 이용하고 있음을 지적하였다.

이들 선행연구 중 대다수는 서울시 오피스 하위시장이 지역별로 상이한 특성을 가지고 있으며, 그러한 하위 시장 간에 임대료의 차이가 존재함을 인식하고 있으나 임대료 결정모형의 추정시 지역특성 요인이 분석대상에 포함되지 않거나 일반적 특성가격함수를 주로 이용하고 있어 지역별 오피스 임대료의 차이가 발생되는 원인을 설명하는 데 한계를 가지고 있다.

이현석(2001a)은 부동산 시장구조에 대한 연구에서 주택자료를 이용하여 공간시장(space market)과 자본시장(capital market)의 연결관계를 분석하면서 부수적으로 특성가격함수의 문제를 지적하고 임의계수모형(random coefficient model)을 사용하여 지역 간 시장특성을 분석하였다. 임의계수모형은 Bryk・Raudenbush(1992)가 주장한 모형으로 계수가 고정값을 갖는다는 가정의 모순성을 지적하는 자료들의 위계에 따른 분석방법으로 위계선형모형(hierarchical linear model)으로도 불린다.

김주영 외(2002, 2003, 2004)는 주택가격평가에 관한 세 편의 논문에서 기존 연구에 주로 사용된 특성가격함수는 주택의 장소적 특성을 고려치 못하고 속성계수의 값이 일정하다는 문제점을 지적하고 이 문제를 해결하기 위한 방안으로 위계선형모형을 사용하였다. 2수준 위계선형모형을 이용한 연구에서 이론적 특성 차이를 바탕으로 각 모형의 추정력과 유의미한 변수의 차이 등에 대해 서술하였고 주택가격을 설명하는 지역수준 변수에 대한 새로운 고찰이 필요함을 주장하였다.

본 연구에서는 서울 오피스시장의 지역 특성과 임대료 수준의 관계를 이해하기 위해 일반적 특성함수를 사용한 기존의 연구와는 달리 위계적 선형

모형을 이용하여 빌딩의 개별특성과 지역특성의 관계에 대해 살펴보고 임대료 결정모형의 추정을 통하여 지역특성과 연계한 오피스 임대료 결정요인을 분석하고자 한다.

2. 위계적 선형모형의 이론적 분석

기존의 주택가격이나 오피스 임대료 평가와 관련된 연구에서 흔히 사용하는 일반적 특성가격함수를 이용한 연구의 대부분은 해당 부동산이 입지하고 있는 모든 지역을 하나의 특성을 가진 동질지역으로 가정하고 단일 수준의 분석을 실시하고 있다. 기존연구에서 사용되어 온 일반적인 특성가격함수는 추정 계수들이 공간적으로 고정되어 있다는 가정을 기본 전제로 한다. 그러나 동일 공간과 시간대의 자산들은 다른 그룹의 자산과 비교할 때 상당히 유사한 성질을 가지고 있는 반면 서로 다른 그룹 사이에서는 거의 독립적인 경향을 보인다. 즉 자료들이 계층적으로 분류가 가능함을 의미한다. 따라서 변수들을 공간적으로 그룹화할 수 있다는 의미다.

이러한 계층적 자료의 분석을 위하여 고전적 선형모델(classical linear model)을 사용한다면 상대적으로 비효율적인 결과가 예상된다. Bryk·Raudenbush(1992)는 계층적 자료분석을 위해서 위계적 선형모형(hierarchical linear model)을 제시했다. 위계적 선형모형은 전통적 선형회귀모델의 기본가정 중 등분산성(homoscedasticity)과 독립성(independence)을 포기한다. 그러므로 전통적 방법과 다른 추정기법이 요구된다. 그 중 하나의 방법이 최대우도법(maximum likelihood estimation)이다. 전통적 선형회귀모델의 다른 가정인 선형성(linearity)과 정규성(normality)은 위계적 선형모형에서도 기본가정으로 유효하다.[1)]

위계적 선형모형은 분산성분모델(variance component models)을 활용하여 구성할 수 있다. 오차항은 그룹성분과 개별성분을 갖는다. 개별성분은 그룹들 사이에서는 독립적이지만 같은 그룹 내에서는 상관관계를 갖는다. 위계적 선형모형을 본 연구에 적용하면 각각의 공간별로 상수항과 기울기가 서로 다른 모형이 만들어진다. 위계적 선형모형은 일종의 모수제약모형으로 모수제약식을 모형 내에 결합하여 추정하게 되는데, 각 회귀계수들이 지역에 따라서 차이가 난다는 점을 제외하면 일반적 특성가격함수와 거의 유사하지만 특성가격함수에서 단일수준(single level)으로 추정된 고정계수(fixed coefficient)의 값을 임의적으로(randomly) 변화시킴으로써 상호 위계적으로 포섭되는(nested) 사회과학 자료들에 대한 설명이 가능해지므로 개별 오피스 임대료에 대한 총 변량에서 나타나는 지역 간 변량과 오피스 내 변량을 체계적으로 분리할 수 있고 지역수준 변수들이 개별 오피스 변수들에 어느 정도 영향을 미치는 지를 산출해 낼 수 있다. 자료들이 가진 포섭된(nested) 자료구조를 모형화하는 데 착안하는 위계선형모형의 기본적인 형태는 다음과 같다.

<1수준 모형>

$$P_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + \cdots + \beta_{qj}X_{qij} + \gamma_{ij}$$

- P_{ij}는 j동에 있는 i부동산의 가격(임대료)
- X_{qij}는 j동에 있는 i부동산의 q번째 독립변인
- β_{0j}는 j동의 절편, β_{qj}는 j동의 X_q의 회귀계수(regression coefficient),

1) 이현석. 2001a. pp164-166 참조.

<표 1> 오피스 관련 자료

구분	변수내용	사용자료
개별빌딩 특성 자료		
주소	시, 구, 동(법정동), 번지	지역(도심, 여의도, 강남), 행정동
준공일	준공 연, 월, 일	준공후년수(2005~준공년도)
연면적	지상, 지하(평, m2)	연면적
용적률	%	용적률(%)
전용면적	(평, m2)	전용률(%)
공용면적	(평, m2)	
층수	지상, 지하 층수	총층수(지상층수+지하층수)
교통여건	지하철역에서의 시간거리(일부)	지하철역과의 거리(100m)
임대 관련 자료		
보증금	전세, 월세보증금(만 원)	전세환산임대료(만 원), 계약형태
월세	지하 1층, 지상 1층, 기준층(만 원)	
보증금 전환율	소유주로부터 조사된 전환율(연%)	
소유·임차주체 특성		
건물주	소유주, 법인명	소유주체(법인, 개인)
주요입주사	은행, 증권, 헬스장, 판매시설 등	용도특성(업무전용, 기타 용도 혼합)/ 금융기관 입주 여부
기업 본사 주소	시, 구, 동(법정동), 번지	대기업입주여부(100대)
지역 특성 자료		
기업매출액	매출액 기준 1000대 기업	동내 기업매출액 밀도(1000대)
생산자 서비스	동별 금융 및 보험업, 부동산 및 임대업, 사업서비스업 종사자수	생산자 서비스 밀도
공공행정 서비스	공공행정 서비스 종사자수	공공행정 서비스 밀도

<표 2> 임대료의 단순통계량

구분		도심	여의도	강남	전체
		평균 (표준편차)	평균 (표준편차)	평균 (표준편차)	평균 (표준편차)
전세	전세보증금 (만 원/평)	518.80 (148.88)	346.63 (130.14)	444.48 (175.81)	426.94 (171.10)
보증부 월세	월세보증금 (만 원/평)	58.55 (21.75)	57.65 (80.91)	100.89 (127.60)	69.31 (83.53)
	월세 (만 원/평)	5.85 (1.91)	3.72 (0.88)	5.21 (1.66)	4.95 (1.81)

- γ_{ij}는 j동에 있는 i부동산의 무선오차(random error)

<2수준 모형>

$$\beta_{qj} = \gamma_{0j} + \gamma_{q1} W_{1j} + \gamma_{q2} W_{2j} + .. \gamma_{qs_q} W_{s_q j} + u_{qj}$$

- β_{qj}는 j동의 부동산가격(임대료) 분석을 통해 나온 절편(β_{0j}) 또는 독립변인 X_q들의 기울기를 나타내는 회귀계수
- W_{sj}는 j동의 s번째 동별 특성 변인
- γ_{0j}는 동별수준 모형에서의 절편(intercept)
- γ_{qs}는 W_s변인의 회귀계수(regression coefficient)
- u_{ij}는 j동의 무선오차(random error)

III. 실증분석을 위한 변수설정

1. 실증분석 개요

본 연구는 서울의 3대 오피스 하위시장(submarkets)인 도심, 여의도, 강남 지역을 공간적 범위로 하며, 기존연구와의 연결성을 고려하여 도심지역은 종로구와 중구, 여의도지역은 영등포구와 마포구, 강남지역은 강남구와 서초구로 한정한다. 연구의 시간적 범위는 오피스 임대료와 빌딩의 다양한 특성을 포함하고 있는 자료의 구득이 가능한 2004년 2/4 분기를 기준으로 한다. 개별오피스 자료는 민간업체인 Just-R에서 전국의 오피스를 대상으로 수집한 자료 중 서울시 3개 하위시장의 470개 오피스 자료를 이용하며, 결측치(missing value)에 대해서는 건축물대장을 열람하거나, 민간업체인 (주)SAMS에서 공시하고 있는 빌딩자료를 이용하여 보완하였다. 지역특성 자료는 개별 오피스가 입지하고 있는 62개 행정동의 자료를 이용하였으며, 지역특성 요인 중 기업본사 관련 자료는 한국경제신문의 '2005 한경기업총람'을 이용한다. 동별 사업체 특성자료는 서울시에서 2003년 12월 31일을 기준으로 '한국표준산업분류' 기준에 따라 업종을 구분하여 실시된 사업체기초통계조사 결과를 집계 수록한 '2003년 기준 사업체기초통계조사보고서'와 그 원자료를 이용한다. 해당 자료의 내용을 앞의 <표 1>에 제시하였다.

오피스와 관련한 주요 미시변수 중 임대료 부담의 또 다른 형태인 관리비와 임대료 할인 효과를 기대할 수 있는 주차비는 환산임대료에서 가감하는 것이 옳을 것이나 본 논문에서는 자료의 구득 및 신뢰성의 문제로 인해 제외하였다. 임대료와 공실률은 임대료 수준을 결정하는 함수보다 상위의 함수 내에서 서로 영향을 주고받는 내생변수[2]라고 판단하여 본 연구에서는 공실률을 변수에서 제외시켰다. 한편 우리나라 오피스 임대시장에서는 <식 1>과 같은 전세와 보증부월세 간의 임대료 환산방식이 통용되고 있으므로 전세가는 매월 지불하는 월세를 1년으로 환산한 후 이를 전환율로 나눈 값에 임대보증금을 더해준 값과 같게 된다(<식 2>)[3]. 본 연구는 이와 같은 방식으로 산정한 환산전세가를 종속변수로 사용한다. 사용한 임대료에 대한 도심, 여의도, 그리고 강남의 단순 통계량은 <표 2>와 같다.

2) 손재영 · 김경환. 2000. p290.

3) 허진호. 1999. p46 참조.

<표 3> 주요 단위특성변수의 평균 및 표준편차

변수명	의미	단위	전체	도심	여의도	강남
AREA	연면적	100평	70.57 (7895)	99.68 (81.77)	64.09 (72.16)	59.51 (78.06)
STORY	층수	층	18.30 (8.05)	20.14 (6.58)	17.10 (7.93)	18.09 (8.66)
JRATE	전용율	%	59.30 (9.20)	64.05 (9.99)	56.67 (8.27)	58.47 (8.43)
YRATE	용적률	%	568.78 (283.22)	632.75 (268.48)	510.70 (213.12)	571.53 (318.30)
AGE	경과년수	년	13.86 (6.65)	16.57 (8.90)	14.76 (6.06)	11.90 (4.79)
FIN	금융기관입주=1	Dummy	0.53 (0.50)	0.61 (0.49)	0.46 (0.50)	0.54 (0.50)
CONT	보증부월세=1	Dummy	0.55 (0.50)	0.90 (0.30)	0.66 (0.48)	0.31 (0.46)
OWN	개인소유=1	Dummy	0.27 (0.45)	0.10 (0.31)	0.24 (0.43)	0.38 (0.49)
SUB	지하철역과의 거리	100m	3.79 (2.27)	2.94 (1.40)	4.31 (2.60)	3.92 (2.31)

주: ( )은 표준편차

$$i \cdot C = i \cdot D + 12 \cdot M \quad \text{<식 1>}$$

$$C = D + 12 \cdot M/i \quad \text{<식 2>}$$

C : 환산전세가(환산임대료)

D : 임대보증금

M : 월세

i : 전환율(전월세환산율)

2. 개별특성 변수

개별특성변수는 오피스 빌딩의 임대료에 영향을 미칠 것으로 기대되는 개별 오피스 빌딩의 미시적 특성을 중심으로 적용하였고 본 연구에서 고려된 단위특성변수의 단순통계량을 <표 3>에 제시하였다. 준공 후 연수가 증가하면 임대료가 하락하다가 일정 시점이 지나면 인지도 증가 등을 이유로 해서 다시 임대료의 상승효과가 있는 것으로 알려져 있으므로[4] 실증분석을 위해 본 연구에서 준공 후 연수를 2차 함수 형태로 변환하여 적용한다.

3. 지역특성 변수

오피스 임대료 수준과 임대수요는 개별 건물의 단위특성뿐만 아니라 오피스가 입지하고 있는 지역의 다양한 특성에 의하여 영향을 받는다. 본 연구에서는 오피스의 기능적 특성을 고려하여 지역특성변수로 행정동을 기준으로 동 내에 입지하고 있는

4) 손재영 · 김경환. 2000. p293.; Mills, Edwin. 1993. 참조.

<표 4> 지역특성변수의 평균 및 표준편차

변수명	의미	단위	전체	도심	여의도	강남
1) 대기업본사 접근성						
SAL	해당동의 기업매출액	억 원/㎢	137.47 (213.70)	372.34 (321.31)	79.48 (61.18)	51.74 (63.35)
2) 생산자서비스 접근성						
SERV	생산자서비스 제공정도	100명/㎢	78.28 (54.20)	114.32 (67.13)	48.07 (19.03)	78.01 (49.88)
3) 공공행정서비스 접근성						
PUB	공공행정서비스 제공정도	100명/㎢	6.72 (11.26)	19.58 (16.70)	2.28 (2.07)	2.80 (3.36)

주: ( )은 표준편차

<표 5> 일반회귀모형 분석결과

구분		Coefficient	t
변수명	의미		
Const.	상수	347.320	11.715*
AREA	연면적	0.837	10.257*
YRATE	용적률	0.006	2.642*
AGE	경과년수	−14.577	−4.721*
AGE2	경과년수2	0.508	5.136*
FIN	금융기관입주=1	43.595	3.702*
SUB	지하철역과의 거리	−10.392	−4.020*
SAL	1000대기업매출액수준	0.172	4.252*
SERV	생산자서비스밀도	0.500	3.018*
PUB	공공행정서비스밀도	2.080	3.688**
R2(Adj. R2)		0.647(0.63)	

주: *는 각각 1% 수준에서 유의함을 표시

1,000대 기업의 매출액 합계와 지역 내 생산자서비스 종사자 수, 공공행정 종사자 수를 각각 행정동 면적으로 나누고 밀도의 개념으로 가공하여 지역특성변수로 사용하였다.[5] 연구에 사용된 지역특성변

5) 생산자서비스 밀도는 '사업체기초통계조사'에서 사용하고 있는 분류 중 'K. 금융 및 보험업', 'L. 부동산 및 임대업', 'M. 사업서비스업'의 종사자 합을 해당 동의 면적으로 나누어 산정하였고, 공공행정서비스 밀도는 'N. 공공행정 및 사회보장행정' 종사자 수를 이용하여 산정함.

수의 권역별 평균 및 표준편차는 <표 4>와 같다.[6)]

KCI

6) 분석에 사용되는 지역특성변수는 행정동 단위로 적용함.

IV. 실증분석 결과

1. 일반적 특성가격함수를 이용한 분석결과

우선 특성가격함수를 이용하여 단계적 회귀분석(stepwise regression)[7]을 실시하였다. 빌딩의 수직적 규모를 의미하는 총층수(STORY)는 연면적(AREA)과의 높은 상관성으로 인해 다중공선성의 우려가 있으므로 독립변수에서 제외한다. 오피스의 양적 규모를 대표하는 변수로는 임대료와 가장 큰 상관관계를 보이는 연면적(AREA)을 이용하며, 수직적 규모를 대표하는 변수로는 연면적과는 비교적 상관성이 낮은 용적률(YRATE)을 적용하였다. 또한 전용률(JRATE)은 다양한 시도결과 오피스 빌딩의 단위특성만을 고려한 회귀분석에서는 1% 수준에서 유의한 결과를 보이고 있으나, 지역더미변수가 추가된 회귀모형에서는 유의성이 없는 것으로 나타나 지역적 차이가 고려되지 않은 상태에서는 전용율이 임대료에 영향을 미치는 변수로 작용되지만 동일지역 내에서는 임대료를 설명하는 변수로서 작용하지 않는 것으로 보고 변수에서 제외하였다. 이를 바탕으로 실시한 회귀분석의 결과를 <표 5>에 제시하였는데 대체적으로 회귀계수의 방향 등은 기존의 선행연구와 일치하고 있다.[8]

2. 위계적 선형모형을 이용한 분석결과

위계적 선형모형(Hierarchical Linear Model)을 이용한 임대료 결정모형 추정은 오피스의 개별특성으로 1,000대 기업매출액밀도(SAL), 생산자서비스밀도(SERV), 공공행정서비스밀도(PUB) 등을 2수준 변수로 도입하였다. 위계적 선형모형을 이용한 분석은 추정력의 비교를 위해 특성가격함수에서 유의한 변수로 채택된 변수를 중심으로 단계적으로 변수를 가감하여 유의성이 있는 변수만 사용하는 방식을 적용하였다. 결과적으로는 용적률(YRATE)변수의 경우, 회귀분석에서는 회귀계수의 크기가 0.006으로서 미미하고 표준화회귀계수(β)의 값도 상대적으로 작지만 1%에서 유의한 결과를 보여주고 있는 데 반해, 위계선형모형에서는 일관되게 유의하지 않은 변수로 나타나 제외하였다.

결과적으로 위계선형모형은 회귀모형보다 상대적으로 적은 변수를 사용하며, 1수준(Level 1) 변수들의 회귀계수를 2수준(Level 2) 변수로 회귀시킨 결과 행정동 단위의 특성을 나타내는 상수항과 임차인 특성을 나타내는 더미변수인 금융기관입주여부(FIN)만이 지역특성 변수에 유의하게 반응하는 것으로 나타났다. 개별오피스 모형과 행정동 수준 모형은 다음과 같은 형태를 가지며 단계적으로 2수준변수를 도입한 결과는 <표 6>과 같다.

<1수준 모형: Level-1 Model>

$$RENT = \beta_0 + \beta_1(AREA) + \beta_2(AGE) + \beta_3(AGE^2) + \beta_4(FIN) + \beta_5(SUB) + \gamma$$

7) 독립변수들 중에서 5% 수준에서 유의한 변수만을 이용하여 단계적 회귀분석 (stepwise regression)을 시행하였음. 단계적 회귀분석에서는 독립변수를 단계적으로 회귀모형에 포함시켜가며, R2의 값을 최대로 하고 동시에 오차제곱합을 최소로 하는 회귀모형을 구하게 됨.

8) <표 1>과 <표 2>에서 제시하고 있는 오피스 변수의 차이는 모형을 구성하는 과정에서 통계적으로 유의하지 않은 변수를 제거했기 때문임.

<표 6> 위계적 선형모형 분석결과

Fixed Effect		Coefficient	Standard Error (t-ratio)	P-value
동단위 평균 모형설정 β_0	Intercept1	368.620113	10.482743(35.164)	0.000
	SAL	0.265977	0.051365(5.178)	0.000
	SERV	0.813028	0.168534(4.824)	0.000
	PUB	2.895030	0.513003(5.643)	0.000
AREA slope, β_1		0.800167	0.113790(7.032)	0.000
AGE slope, β_2		-15.135125	4.386583(-3.450)	0.001
AGE2 slope, β_3		0.471469	0.136184(3.462)	0.001
FIN slope, β_4	Intercept2	40.537986	13.201415(3.071)	0.004
	SAL	0.247651	0.087537(2.829)	0.007
	SERV	-1.100879	0.202524(-5.436)	0.000
	PUB	3.577265	0.574871(6.223)	0.000
SUB slope, β_5		-12.511804	3.026034(-4.135)	0.000

<2수준 모형: Level-2 Model>

$$\beta_0 = \gamma_{00} + \gamma_{01}(SAL) + \gamma_{02}(SERV) + \gamma_{03}(PUB) + \mu_0$$

$$\beta_1 = \gamma_{10} + \mu_1$$

$$\beta_2 = \gamma_{20} + \mu_2 \beta_3 = \gamma_{30} + \mu_3$$

$$\beta_4 = \gamma_{40} + \gamma_{41}(SAL) + \gamma_{42}(SERV) + \gamma_{43}(PUB) + \mu_4$$

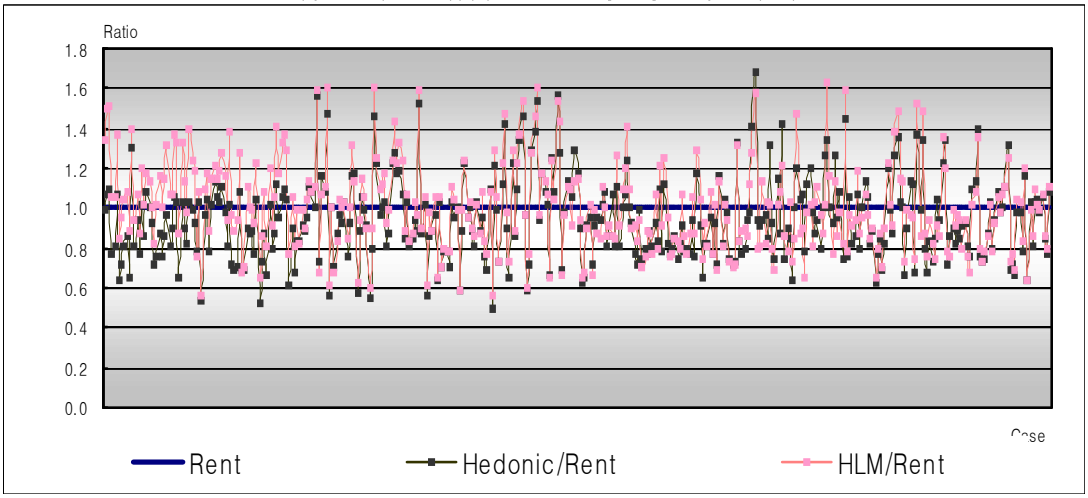
$$\beta_5 = \gamma_{50} + \mu_5$$

위계적 선형모형을 이용한 분석은 지역적으로 변화하는 회귀계수를 갖는다는 측면에서 기존의 연구와 차별성을 가진다. 지역변수인 2수준 변수들에 유의한 반응을 보이지 않는 빌딩의 물리적 특성과 입지특성은 임대료에 대해 빌딩규모(AREA)와 경과년수 제곱(AGE2)의 경우 정(+)의 효과를, 경과년수(AGE)와 지하철역까지의 거리(SUB)의 경우는 음(-)의 효과를 가지는 것으로 나타나 선행연구들이 보여주고 있는 성향과 일치하고 있다. 특이한 점은 본 모형에서 설정하고 있는 1수준 변수 중 상수항과 더불어 2수준 변수에 유의한 반응을 보이고 있는 금융기관입주여부(FIN)다. 금융기관입주여부(FIN)의 계수인 β_4는 1000대 기업매출액밀도(SAL), 생산자서비스밀도(SERV), 공공행정서비스밀도(PUB)에 의해 분해되고 있는데 이때 생산자서비스밀도(SERV)의 계수가 (-)가 되어 지역 내에 생산자서비스밀도가 높을수록 금융기관의 입주가 오피스 임대료에 미치는 영향의 정도가 작아지며, 금융기관입주여부에 따른 임대료상승의 정도가 점차 감소됨을 나타내고 있다. β_0 및 β_4와 같이 2수준 변수의 계수값들이 통계적으로 유의성을 보인다는 의미는 일반적 회귀분석모형에 비하여 위계적 선형모형이 계층적 특성을 지닌 오피스의 임대료 분석에는 유용한 수단임을 의미한다. 또한 임의계수(random effect)의 값들은 전체의 평균값으로부터 행정동 수준 계수값이 얼마나 차이(deviation)를 보이는

<표 7> 특성가격함수와 위계선형모형의 추정력 비교 결과

결과 \ 모형	Hedonic	HLM
Mean Squared Error	10315.11	8986.83

<그림 1> 특성가격함수와 위계선형모형의 추정력 비교



지를 나타내는 예측치(predicted value)이며 χ^2은 이들의 분산을 검증하기 위한 방법이다.

3. 모형 간 추정력 비교

특성가격함수와 위계선형모형은 각각 OLS (Ordinary Least Square)와 IGLS(Iterative Generalized Least Square)를 기반으로 하기 때문에 일반적인 설명력(R2) 등을 이용한 직접적인 비교가 불가능하다. 따라서 두 모형의 추정력을 비교하는 방법은 실제 관측된 임대료와 각 모형이 산출해내는 임대료 추정치를 비교하여 실제 임대료와 근접한 결과를 도출하는 모형을 추정력이 높은 모형으로 인정하는 것이 유용한 방법일 것이다. 추정력 비교에는 서울시 3대 권역의 오피스 데이터 중 결측치(missing value)가 없는 380개 오피스의 임대료와 물리적 특성, 임차인 특성, 입지특성, 지역특성 등을 이용하였다. MSE(Mean Squared Error)에 의해 추정력을 비교한 결과는 <표 7>과 같다. 추정력은 MSE를 비교한 결과, 위계적 선형모형이 일반적 회귀모형에 비해 오차값이 약 15% 정도 적게 나타나 추정의 정확성이 증가했음을 보이고 있다. 이는 위계선형모형이 특성가격함수에 비해 보다 정확하고 안정적인 결과를 도출해 주는 것으로 해석할 수 있다.

V. 결론

본 연구는 위계적 선형모형을 도입하여 오피스의 개별적 특성과 행정동 수준의 지역적 특성을 고려하는 모형을 구성하고 임대료의 결정요인을 분석하였다. 분석결과는 모형추정에 사용한 1,000대

기업매출액밀도(SAL), 생산자서비스밀도(SERV), 공공행정서비스밀도(PUB) 등 세 가지 지역변수가 오피스 임대료를 설명하는 데 통계적으로 유의한 변수임을 확인하고 있다. 그러나 기존의 대다수 연구들에서 유의한 결과를 나타낸 용적률(YRATE)은 지역특성을 고려할 경우 유의하지 않은 것으로 나타났다.

오피스의 개별특성 변수들 중에는 연면적(AREA), 경과년수(AGE), 금융기관입주여부(FIN), 지하철역과의 거리(SUB) 등이 유의한 결과를 보였다. 이들 중 지역특성에 유의한 반응을 나타낸 금융기관입주여부(FIN)의 임의계수(random effect)를 살펴보면 지역 내 대기업의 매출액 수준(SAL) 및 공공행정서비스의 제공정도(PUB)가 높을수록 임대료 상승효과가 커지는 것으로 나타났다. 또한 금융 및 보험업의 종사자 수를 포함하는 생산자서비스 제공정도(SERV)가 높을수록 금융기관 입주가 오피스 임대료에 미치는 영향정도는 작아지며 금융기관입주여부에 따른 임대료 상승의 효과가 점차 감소함으로 나타나 기존 연구의 결과와는 차이를 보였다.

전통적 특성가격함수와 위계선형모형의 예측값과 실제값의 차이를 MSE를 통해 분석한 결과는 위계적 선형모형의 추정력이 상대적으로 우수한 것으로 나타났는데, 2수준 변수의 계수값들도 통계적으로 유의성을 보이고 있어 오피스 임대료와 같은 계층적 자료의 분석에서는 일반적 회귀모형보다 유용한 것으로 나타났다.

본 연구는 일반적 특성함수모형의 기본가정인 계수의 고정성에 대해 문제를 제기하고 대안으로 위계적 선형모형을 사용한 횡단면분석을 실시하여 임대료 결정요인을 분석하였다는 점이 특징이다. 그러나 대부분의 부동산 관련 연구와 마찬가지로 본 연구 역시 오피스 자료와 다양한 관련 변수의 구득이 곤란했다는 점을 문제로 지적할 수 있다. 본 연구에서 사용한 세 개의 지역특성변수만으로는 지역성을 충분히 반영했다고 할 수 없다. 따라서 다양한 지역변수들을 구득하여 추정에 이용한다면 더 나은 결과를 얻을 수 있으리라 판단된다. 또한 전통적 특성가격함수의 상수와 기울기의 고정(fixed)이라는 가정을 완화하고 공간적 동질성을 계층적으로 고려하여 계수값을 임의적으로(randomly) 변화시키는 위계적 선형모형은 추정오차를 감소시켜 정확성을 높이는 모델이기는 하지만 제기된 문제를 완전하게 해결하는 대안은 아니라는 점이 지적된다.

결론적으로 본 연구는 기존의 연구 방법의 문제점을 지적하고 한 단계 진일보한 방법론을 통해 오피스의 개별요소와 지역특성의 상관관계에 대해 연구하였다는 점이 의의라 할 수 있으며, 전술한 연구의 한계는 향후 과제로 남기고자 한다.

참고문헌

1. 한국신용평가정보. 2005. 2005 한경기업총람. 서울 : 한국경제신문 한경BP.
2. 권연화. 2003. “위계적 선형모델을 이용한 교육환경이 주택가격에 미치는 영향 분석”. 부산대학교 석사학위논문.
3. 김주영. 2003. “위계적 선형모델을 이용한 주택가격 함수 추정”. 국토계획 제38권 제7호 : pp223-234. 서울 : 대한국토·도시계획학회.
4. 김주영 · 김주후. 2002. “주택가격 평가를 위한 위계적 선형모델 적용”. 국토연구 제33권 : pp21-34. 경기 : 국토연구원.

5. 김주영 · 윤동건. 2004. "주택가격함수 추정의 방법론 비교에 관한 연구". 감정평가연구 : pp209-227. 서울 : 한국부동산연구원.
6. 손재영 · 김경환. 2000. "서울 오피스 임대료의 횡단면 분석". 국토계획 제35권 5호 : pp279-295. 서울 : 대한국토 · 도시계획학회.
7. 양승철 · 최정엽. 2001. "서울시 오피스빌딩 임대료결정요인에 관한 연구". 감정평가논집 제11집. pp81-96.
8. 이동규. 2002. "서울시 오피스 임대료 결정구조의 지역별 차이에 관한 실증연구". 한양대학교 석사학위논문.
9. 이현석, 2001 a. "공간시장과 자본시장의 관계 및 예상자본수익률". 국토계획 제36권 2호 : pp163-175. 서울: 대한국토 · 도시계획학회.
10. 이현석, 2001 b. "공간시장과 자본시장의 연결관계를 고려한 부동산시장 구조분석". 부동산학연구 제7권 1호 : pp17-31. 서울 : 한국부동산분석학회.
11. 이혜란. 2002. "서울시 대형 오피스 임대시장의 임대료결정요인분석". 서울대학교 석사학위논문.
12. 허진호. 1999. "서울시 오피스 임대시장 권역간 차이에 관한 연구-권역 간 임대료차이를 중심으로". 한양대학교 석사학위논문.
13. Raudenbush, Stephen W. · Bryk, Anthony S. · Cheong, Yuk Fai · Congdon, Richard T. 2001. HLM5: Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling. Illinois : Scientific Software International. Inc.
14. Bryk, Anthony S. · Raudenbush, Stephen W. 1992. Hierarchical Linear Models : Applications and Data Analysis Methods, London : SAGE Publications.
15. Goldstein, H. 1987. Multilevel Models in Educational and Social Research. London : Griffin.
16. Goodman, Allen C. · Thibodeau, Thomas G. 1998. "Housing Market Segmentation". *Journal of Housing Economics* Vol. 7. pp121-143.
17. Olmo, J. C. 1995. "Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents". *Urban Studies*. Vol. 32. No. 8. pp1331-1344.
18. Basu, Sabyasachi · Thibodeau. 1998, "Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices". *Journal of Real Estate Finance and Economics*. Vol. 17:1. pp61-85.
19. Orford, Scott. 2000. "Modeling Spatial Structures in Local Housing Market Dynamics: A Multi-level Perspective". *Urban Studies*. Vol.37. No.9. pp1643-1671.
20. Kim, Byung-Wook · Sang-young Lee · Hyun Lee. 1999. "Office rent Determinants in the Seoul Area, Korea". *International Journal of Urban Science* 3(1).
21. Casetti, E. 1972. "Generating Models by the Expansion Method:Application to Geographical Research". *Geographical Analysis* Vol.4. pp81-91.
22. Longford, N. T. 1986. Statistical modelling of data grom hierarchical strutures using variance component analysis. Program developed at the Center for Applied Statistics. Lancaster University.
23. Mills, Edwin. 1993. "The Spatial Pattern of Office Asking Rents in the Chicago Metropolitan Area". in *Hiroshi Ohta and Jacques-Francois Thisse eds.* Does Economic Space Matter?: Essays in Honor of Melvin L. Greenhut, St. Martin's Press.
24. Jones, Kelvyn · Bullen Nina. 1993. "A Multi-level Analysis of the Variations in Domestic Property Price: Sothern England. 1980-87". *Urban Studies*. Vol.30. No.8. pp1409-1426.
25. Pace, R. Kelly · Gilley, Otis W. 1997, "Using the Spatial Configuration of the Data to Improve Estimation". *Journal of Real Estate Finance and Economics* 14(3): pp333-340.

• 논문 접수일 : 2006. 4. 10
• 심사 시작일 : 2006. 4. 13
• 심사 완료일 : 2006. 6. 12

ABSTRACTS

An Empirical Analysis on the Determinants of Office Rents Using Hierarchical Linear Model in Seoul Metropolitan Area

Ki-Seok Jeon Consultant, Property & Finance Team, Samil PricewaterhouseCoopers
Hyun-Seok Lee Professor, Dept. of Real Estate, Konkuk Univ.

※ Keywords: Estimation, Hedonic Price Function, Hierarchical Linear Model, Office Rent

Hedonic Price Function, as the usually used method, to evaluate the office rent has known for having a demerit that it cannot reflect the multi-leveled or nested nature of social science data. Therefore, it is necessary to introduce the new method that can reflect the regional characteristic of the space where offices integrate. This study attempts to analyze the determinants of office rent considering the regional characteristic and to bring up the new methodology for evaluating the office rent by using hierarchical linear model(HLM). As a result of analysis, HLM function proves that the coefficients have the different value as the regional characteristic changes. At the view of the ability to measure the office rent, HLM is more powerful than hedonic price function in spite of the exception of the floor to area ratio variable.