부동산학연구 제14집 제1호, 2008. 4, pp. 81 ~ 87

Journal of the Korea Real Estate Analysts Association
Vol.14, No.1, 2008. 4, pp. 81 ~ 87

<연구노트>

헤도닉 가격 모형에 대한 소고

A Review of the Hedonic Price Model

이 용 만 (Lee, Young-Man)

Ⅰ. 서론

최근 우리나라 부동산학계에서는 헤도닉 가격 모형(Hedonic Price Model)을 빈번하게 사용하고 있다. 부동산의 가치를 산정할 때뿐만 아니라, 부동산 주위의 환경 가치를 평가하거나 건설업체의 브랜드 가치를 평가할 때에도 헤도닉 가격 모형을 사용하고 있다. 더 나아가 주택가격지수를 작성할 때에도 헤도닉 가격 모형을 사용한다.

많은 연구에서 헤도닉 가격 모형이 사용되고 있다 보니, 모형의 형태가 정형화되고 있는 것으로 보인다. 이러다 보니 일부에서는 헤도닉 가격 모형에 대한 정확한 이해 없이 피상적으로 분석 틀을 모방하는 경향도 있다.

헤도닉 가격 모형에 대한 보다 정확한 이해를 바탕에 두고, 모형을 실증 분석에 적용해야 분석 결과에 대한 의미나 분석의 한계 등을 제대로 판단할 수 있을 것으로 보인다.

II. 헤도닉 가격 모형 개요

헤도닉 가격 모형을 이해하기 위해서는 먼저 이 모형이 갖고 있는 가정부터 이해할 필요가 있다. 헤도닉 가격 모형은 “(이질적인) 재화(또는 서비스. 이하 재화로 통칭)의 가치는 해당 재화에 내포되어 있는 특성(attributes, characteristics)에 의해 결정된다”는 가정을 전제하고 있다.[1] 여기서 재화의 특성이란 인간에게 효용을 제공하는 재화의 구성 요소라고 말할 수 있다. 이질적인 재화를 매입한다는 것은 해당 재화에 내포되어 있는 특성들의 묶음(a bundle of characteristics)을 산다는 것과 같은 의미라고 할 수 있다. 이 경우 이질적인 재화의 가격은 해당 재화에 내포되어

1) Rosen, Sherwin, "Hedonic Prices and Implicit Markets : Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy*, Vol. 82, 1974, pp.34-55
"a model of product differentiation based on the hedonic hypothesis that goods are valued for their utility-bearing attributes or characteristics."

있는 특성들의 가격과 양(quantities)에 의해 결정된다.[2)]

이 때 이 특성들의 가격(characteristic price)을 헤도닉 가격(hedonic price) 또는 잠재가격(implicit price)라고 부른다. 특성 가격을 헤도닉 가격이라고 부른 사람은 Court(1939)[3)]인 것으로 알려져 있다. Court는 자동차의 속성(스피드, 내부의 안락함, 안정성 등)으로부터 소비자가 얻을 수 있는 즐거움(enjoyment)을 측정하면서, 헤도닉 가격(hedonic pricing)이라는 용어를 처음으로 사용하였다고 한다. '헤도닉'이라는 용어는 공리주의(utilitarianism)의 기초를 이룬 고대 그리스의 쾌락주의(hedonistic philosophies)로부터 가져왔다고 한다.[4)]

특성 가격을 잠재 가격(implicit price)이라고도 부르는 이유는 특성 가격이 관찰되지 않는데 있었다. 재화에 내재된 특성들은 개별적으로 거래되지 않고 하나의 묶음으로만 거래되기 때문에 특성들의 가격은 관찰되지 않는다. 명시적(explicit)으로 드러나는 재화의 가격과는 달리 특성들의 가격은 추정을 통해 알아낼 수 있기 때문에 잠재(implicit) 가격이라고 부르는 것이다.

특성 가격은 명시적으로 관찰되는 재화의 가격과 특성들의 양(quantity)을 이용하여 구한다.[5)] 재화의 가격을 특성들의 양에 대해 회귀(regression)함으로써 특성 가격을 추정하는 것이다.

이를 함수식으로 표현하자면 다음과 같다.

$$P = h(S, N, \ L)$$

이 식에서 P는 재화의 가격이고, S, N, L은 개별 특성들이고, h( )는 회귀식의 함수형태를 나타내는데, 이를 흔히 헤도닉 함수(hedonic function)이라고 부른다. 개별 특성들을 재화에 가격에 회귀하면, 개별 특성들의 계수(coefficient)가 추정되는데, 이 계수가 바로 특성가격인 것이다.

여기서 한 가지 의문이 생기는 점은, 이질적인 재화 시장에는 수요·공급에 의한 가격결정 논리가 적용되지 않는가 하는 점이다. 언뜻 보기에 헤도닉 가격 모형은 수요·공급에 의한 가격결정 논리가 적용되지 않는 것처럼 보인다. 재화에 대한 수요와 공급과는 관계없이 특성가격에 의해 재화의 가격이 결정되는 것처럼 보이기 때문이다.

그러나 이질적인 재화를 개별적인 특성들의 묶음으로 보고, 개별 특성가격들이 각각의 특성에 대한 수요·공급에 의해 결정되는 것으로 볼 경우, 이야기는 달라진다. 즉, 재화에 내포되는 있는 각각의 특성들을 개별적인 재화로 볼 경우, 이런 개별 특성들의 묶음 상품에 대한 지불금액은 개별 특성들의 가격에다가 양(quantity)을 곱한 뒤 이를 모두 합한 것과 같을 것이다. 그렇다면, 헤도닉 가격 모형에서도 수요·공급 논리가

2) Triplett, Jack E., "hedonic functions and hedonic indexes", in J. Eatwell, M. Milgate and P. Newman ed., *The New Palgrave : A Dictionary of Economics*, 1987, pp. 630-634

3) Court, Andrew T., "Hedonic Price Indexes with Automotive Examples", in *The Dynamics of Automobile Demand*, The General Motors Corporation, 1939

4) DiPasquale, Denise and William C. Wheaton, *Urban Economics and Real Estate Markets*, Prentice Hall, 1996, p.67에 이에 대한 이야기가 나온다.

5) Rosen(1974)

적용된다고 볼 수 있는 것이다.

이런 의문에 대해 이론적인 해답을 제시한 사람이 바로 Lancaster(1966)[6]와 Rosen(1974)이다. 이 중에서 특히 Rosen(1974)은 완전경쟁시장 하에서 이질적인 재화의 잠재 시장(implicit market : 특성들의 가격이 결정되는 시장)에 균형이 존재함을 이론적으로 밝혔다. 즉, 완전경쟁시장에서는 (회귀모형을 통해 구한) 특성 가격이 특성에 대한 수요·공급에 의해 결정되는 균형가격과 같다는 것이다.

더 나아가 Rosen(1974)은 헤도닉 함수 형태가 특성에 대한 수요자에 의해 영향을 받지 않는다는 점을 밝혔다. 즉, 수요자가 누구냐에 따라 헤도닉 함수 형태가 달라지지 않는다는 것이다. Rosen(1974)의 이런 이론적 해명 덕분에, 오늘날 우리는 이질적인 재화의 가격과 해당 재화가 갖고 있는 특성들의 양(quantity)을 갖고서 특성들의 균형가격을 추정해 낼 수 있는 것이다.

III. 특성 가격 추정상의 문제점들

헤도닉 가격 모형을 막상 추정하려다 보면, 의외로 많은 어려움에 직면하게 된다. 이런 어려움은 크게 세 가지 범주로 나누어 볼 수 있는데, 첫 번째 범주는 변수선정 문제이고, 두 번째 범주는 모형설정 문제이고, 세 번째 문제는 모형추정 문제이다.

변수선정의 경우, 종속변수는 일반적으로 임대료나 부동산가격을 사용한다. 분석대상이 공간시장(space market)일 경우, 임대료가 종속변수이고, 자산시장(asset market)이 분석대상일 경우, 부동산가격이 종속변수가 된다.

이 때 문제가 되는 것은 단위당(㎡당) 임대료(또는 단위당 가격)를 사용할 것인가 아니면 총임대료(또는 총 가격)를 사용할 것이냐 하는 점이다. 단위당 임대료(가격)를 종속변수로 사용할 경우, 독립변수에 부동산규모 변수를 제외하는 것이 타당하다. 그러나 부동산규모에 따라 단위당 임대료(가격)가 달라진다고 판단된다면, 독립변수에 부동산규모 변수를 넣는 것이 타당하다.

독립변수의 경우, 부동산의 가치에 영향을 미치는 특성이 무엇인지, 또는 소비자에게 효용(utility) 또는 비효용(disutility)을 주는 특성이 무엇인지를 사전에 가설적으로 설정해 놓아야 한다. 일반적으로 부동산의 특성은 크게 건물 특성, 단지 특성, 환경 특성으로 나누어지는데, 이런 특성들의 범주화는 다분히 연구자의 주관적 판단이나 주관적 기준에 근거하는 것이 일반적이다.

모형설정 문제는 헤도닉 가격 모형을 분석하는데 있어서 연구자가 가장 큰 어려움을 느끼는 과제 중의 하나이다. 모형설정에 있어서 연구자가 우선적으로 해결해야 하는 과제는 헤도닉 함수의 설정이다.

일반적으로 헤도닉 함수는 선형 함수(linear function), 반로그함수(semi-log function), 이중로그함수(double log function) 중 하나를 사용한다.

선형 함수는 독립변수와 종속변수간의 관계가 선형(linear)이라고 가정하고, 이를 모형화한 것으로, 다음 식과 같이 표현된다.

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \epsilon_i$$

6) Lancaster, K., " A New Approach to Consumer theory", *Journal of Political Economy*, Vol. 74, pp. 132-157

i : 관찰된 표본을 표시

Y : 종속변수(단위당 주택가격, 단위당 임대료 등). 관찰 가능 변수

X_1, X_2 : 독립변수로서 특성 변수들. 관찰 가능 변수

β_1, β_2 : 독립변수인 X_1과 X_2의 계수(coefficient). 회귀를 통해 추정해 할 모수(parameter)

반로그함수는 종속변수에 자연로그를 취하고, 독립변수에 자연로그를 취하지 않는 함수 형태로, 다음과 같이 표현되는 함수이다.

$$\log Y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \epsilon_i$$

이 함수형태는 겉으로 보기에 선형함수처럼 보이지만, 이 식의 원형은 다음과 같이 비선형 함수(non-linear function)이다.

$$Y_i = \exp(\alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \epsilon_i)$$

이중로그함수는 종속변수와 독립변수에 자연로그를 취한 선형함수로서, 다음과 같은 형태를 취하고 있다.

$$\log Y_i = \alpha + \beta_1 \log X_{1i} + \beta_2 \log X_{2i} + \epsilon_i$$

그러나 이 식의 원형은 비선형 함수로서 원래는 다음과 같은 형태를 취하고 있다.

$$Y_i = \gamma X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} \upsilon_i$$

이 세 가지 함수형태 중 어떤 함수형태를 취해야 한다는 이론은 없다. 함수선택에 정답이 없는 셈이다. 선형함수의 경우, 추정결과에 대한 해석이 단순하고 용이하다는 장점이 있다. 그러나 특성의 양이 증가할 때, 부동산 가격이 동일한 배율로 변화한다고 보는 것은 현실적이지 않을 수 있다.

반로그함수의 경우, 추정계수의 값이 해당 특성의 변화에 따른 부동산 가격의 변화율 근사치(approximate percentage change)를 보여주기 때문에 추정결과의 해석이 단순하고 편리하다. Malpezzi (2003)는 반로그함수의 장점으로 5가지를 제시하면서 반로그 함수를 선호하는 듯한 입장을 보인 바 있다. Triplett(1987)도 대부분 연구에서 반로그함수가 사용됨을 밝히고 있다. 그러나 개별 특성 양이 한 단위 변동할 때 부동산 가격이 기하적으로 변동하기 때문에 현실감이 없을 수 있다. Halvorsen and Palmquist(1980)는 보다 정확한 가격 변화율 계산식을 제시한 있는데, 반로그모형에서 가격의 정확한 변화율은 $e^{\beta} - 1$ 이다.[7]

DiPasquale and Wheaton(1996)은 이중로그함수가 선형함수보다 현실적이라고 보고 있다.[8] 이는 이중로그함수가 부동산특성과 부동산가격 간의 한계효용체감의 법칙을 반영할 수 있기 때문이다. 이중로그함수에서 추정 계수는 해당 특성변수에 대한 가격의 탄력성을 나타낸다.

그러나 이중로그모형은 더미(dummy) 변수의

7) Halvorsen, R. and R. Palmquist, “The Interpretation of dummy variables in Semilogarithmic Regressions”, *American Economics Review*, Vol. 70, 1980, pp. 474-475

8) DiPasquale and Wheaton(1996), pp. 67-72

처리와 해석에 어려움이 존재한다. 더미 변수는 0 또는 1의 값을 갖는데, log0 은 정의되지 않기 때문에 더미변수에 대해서는 자연로그를 취할 수 없다. 이런 문제 때문에 더미변수의 경우, true일 경우 2를 부여하고, false일 경우 1을 부여하는 방법으로 문제를 우회할 수가 있다. false일 경우 $\log 1 = 0$이 되고, true일 경우 $\log 2 = 0.6931\ldots$이 된다. 아예 더미변수에는 자연로그를 취하지 않고 추정하는 방법도 있다. 이 경우, 더미변수의 추정계수는 해당 변수의 탄력성을 나타내지 않는다.

보다 유연성을 가진 함수형태를 제안하는 학자들도 있다. 다음과 같은 형태의 초월대수함수를 사용하기도 하는데, Capozza, D. R., R. K. Green and P. H. Hendershott(1996)[9)]이 사용한 바 있다.

$$\log Y = \alpha + \sum_m \beta_m \log X_m + \frac{1}{2}\sum_m \sum_n \gamma_{mn} \log X_m \log X_n + \epsilon$$

그리고 다음과 같은 Box-Cox 함수를 사용하기도 하는데, Halvorsen and Pollakowski(1981)[10)]이 Box-Cox 함수를 사용한 바 있다.

$$Y^{\theta} = \alpha + \sum_m \beta_m X_m^{\lambda} + \frac{1}{2}\sum_m \sum_n \gamma_{mn} X_m^{\lambda} X_n^{\lambda} + \epsilon$$

θ와 λ가 1이고, γ_{mn}이 모두 0이라면, 위의 식은 선형모형이 됨.

θ와 λ가 0에 접근하고, γ_{mn}이 모두 0이라면, 위의 식은 이중로그모형이 됨.

θ와 λ가 0에 접근하고, γ_{mn}이 0이 아니라면, 위의 식은 초월대수모형이 됨.

모형설정 문제에서 변수누락(omitted variables) 문제는 헤도닉 가격 모형에서 일종의 아킬레스건이라고 할 만 하다. 부동산가격에 영향을 미치는 주요 특성들이 독립변수에 모두 포함이 되어야 하는데, 인간의 인식 상 한계로 인해 그 특성들을 모두 알기가 어렵다. 설령 그 특성들이 무엇이라는 것을 안다고 하더라도 해당 변수의 관찰치들을 구하는데 어려움이 뒤따를 수 있다. 이로 인해 주요 특성변수들이 헤도닉 가격 모형에 빠질 경우, 추정 결과에 편의(bias)가 생길 수 있다.

이 밖에 헤도닉 가격 모형은 지역별로 주요 특성이 다를 수 있고, 또 특성 가격이 지역별로 차이가 날 수 있기 때문에 이분산(heteroscedasticity) 현상이 종종 나타난다. 따라서 헤도닉 가격 모형을 추정할 때에는 이분산 현상이 존재하는지를 면밀하게 살펴보아야 한다. 그리고 이분산 현상이 존재하는 것으로 나타날 경우, 그 원인이 어디에 있는지 찾아보아야 한다.

모형추정방법의 경우, 그 동안은 오차항이 정규분포한다는 가정 하에 모수적 방법으로 모형을 추정해 왔었다. 대표적인 것이 최소자승법(Leas Square Method)에 의한 모형 추정이다. 그러나

9) Capozza, D. R., R. K. Green and P. H. Hendershott, "Taxes, Mortgage Borrowing and Residential Land Prices", in *Economic Effects of Fundamental Tax Reform*, H. Aaron and W. Gale ed., The Brookings Institute, 1996

10) Halvorsen, R. and H. Pollakowski, "Choice of Fundamental Form for Hedonic Price Function, *Journal of Urban Economics*, Vol. 10, 1981, pp.37-49

오차항이 어떤 분포를 하는가는 사전적으로 알 수 없는 것이 일반적이다. 이런 이유에서 최근에는 비모수적 추정방법(non-parametric method)이나 반모수적 추정방법(semi-parametric method)을 사용하여 모형을 추정하기도 한다.

IV. 맺는말

최근 부동산학계에서 자주 사용되고 있는 헤도닉 가격 모형은 일반화되고 정형화된 형태를 주로 사용하고 있다. 분석과정도 매우 정형화되어 있어서, 분석대상이 무엇이냐만 다를 뿐 분석흐름에는 큰 차이가 없다.

그러나 한 발자욱 더 깊이 들어가 보면, 고민해야 할 과제가 많다는 것을 알 수 있을 것이다. 헤도닉 가격 모형을 올바르게 사용하기 위해 헤도닉 가격 모형의 전제조건과 모형 추정 방법에 대해 좀 더 깊은 이해가 필요하다.

참고문헌

1. Capozza, D. R., R. K. Green and P. H. Hendershott, "Taxes, Mortgage Borrowing and Residential Land Prices", in *Economic Effects of Fundamental Tax Reform*, H. Aaron and W. Gale ed., The Brookings Institute, 1996

2. Court, Andrew T., "Hedonic Price Indexes with Automotive Examples", in *The Dynamics of Automobile Demand*, The General Motors Corporation, 1939

3. DiPasquale, Denise and William C. Wheaton, *Urban Economics and Real Estate Markets*, Prentice Hall, 1996, p.67

4. Halvorsen, R. and R. Palmquist, "The Interpretation of dummy variables in Semilogarithmic Regressions", *American Economics Review*, Vol. 70, 1980, pp. 474-475

5. Halvorsen, R. and H. Pollakowski, "Choice of Fundamental Form for Hedonic Price Function, *Journal of Urban Economics*, Vol. 10, 1981, pp.37-49

6. Lancaster, K., "A New Approach to Consumer theory", *Journal of Political Economy*, Vol. 74, pp. 132-157

7. Malpezzi, Stephen, "Hedonic Pricing Models : a Selective and Applied Review", in *Housing Economics and Public Policy*, O'Sullivan and Gibb ed., Blackwell Publishing, 2003,

8. Rosen, Sherwin, "Hedonic Prices and Implicit Markets : Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy*, Vol. 82, 1974, pp.34-55

9. Triplett, Jack E., "hedonic functions and hedonic indexes", in J. Eatwell, M. Milgate and P. Newman ed., *The New Palgrave : A Dictionary of Economics*, 1987, pp. 630-634