

토지 실거래가격 추정을 위한 공동 크리깅기법의 적용가능성 연구 A Study for Applicability of Cokriging Techniques for Estimating the Real Transaction Price of Land

최진호* · 김봉준**

Choi, Jin Ho · Kim, Bong Joon

要 旨

최근 부동산거래의 투명성과 공평과세의 기반을 마련하고자 부동산 실거래가격의 활용에 대한 필요성이 증가하고 있다. 본 연구는 부동산 실거래가격의 활용과정에서 실거래 미발생지점에 대한 효과적인 가격추정을 위해 실거래 가격 및 고도, 경사도를 통합한 공동크리깅의 적용 가능성을 연구하였다. 이를 위해 경북 영천시의 2012년 1월부터 2014년 6월까지의 실거래 자료를 활용하여 실거래가격을 추정하였으며, 이를 정규크리깅 추정결과와 비교하였다. 추정된 가격과 2,575개 검증 지점의 실거래가격 사이 평균 오차, 평균제곱근오차 등을 분석한 결과 정규크리깅에 비해 공동크리깅 결과가 실거래가 추정과 현실화 측면에서 모두 효과적인 것으로 나타났다. 이는 지가형성에 영향을 미치는 고도, 경사 등의 영향요인이 고려되는 공동크리깅이 실거래가 추정에서 더 효과적임을 보여준다.

핵심용어 : 부동산 실거래가격, 공동크리깅, 정규크리깅

Abstract

The need for estimating the real transaction price of land is increasing in order to build foundation for transparent land transaction and fair taxation. This study looked into the applicability of cokriging combining real transaction price of land, altitude and gradient for effective price estimation on the points where the real transaction does not take place in the course of using the real transaction price of land. The real transaction price of land have been estimated using the real transaction materials of Yeongcheon, Gyeongsangbuk-do from January 2012 to June 2014, and the results have been compared with the estimation results of ordinary kriging. As a result of analyzing the mean error and root mean square error (RMSE) of the estimated price and 2,575 verification points, it was found that compared to ordinary kriging, cokriging results were more effective in terms of the real transaction price estimation and actualization. The reason that cokriging is more effective in the real transaction price estimation is because it takes account of altitude and gradient which are the forces influencing the land value.

Keywords : Real Transaction Price of Land, CoKriging, Ordinary Kriging

1. 서 론

정부는 2006년 부동산거래의 투명성과 공평과세의 기반을 마련하고자 부동산거래신고제도(이하, 실거래가신고제도)를 도입하여 매년 200만 건 이상의 실거래가 데이터를 축적하고 있다. 이러한 실거래가 정보의 축적은 공시지가의 시가반영도 부족과 지역 및 필지간 균형성 부족 등의 전반적인 문제 해결에 도움이 될 것으로 기대되고 있다.

그러나 부동산 거래사례는 대부분 도심지와 같은 기

개발지나 개발예정지역 등의 특정 지역에서 집중되어 발생하기 때문에 자료의 유용성 측면에서 한계를 가지고 있다. 그러므로 실거래가 자료의 효과적인 활용을 위해서는 실거래가 미발생지점에 대한 추정과 예측을 위한 별도의 분석과정이 필요하다.

이러한 문제와 관련하여 최근 크리깅(Kriging) 기법을 활용하여 실거래가 미발생 지점에 대한 거래가격을 추정하고 분석하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

국내의 경우 Kim(2012)은 크리깅 분석 방법을 적용하여 공주시의 지가변화추세 및 변화패턴을 분석하였

Received: 2015.01.30, revised: 2015.02.11, accepted: 2015.03.09

* 정희원 · 한국감정원 부동산연구원 연구원(Member, Real Estate R&D Institute, Korea Appraisal Board, jhchoi1210@gmail.com)

** 교신저자 · 한국감정원 부동산연구원 부연구위원(Corresponding author, Real Estate R&D Institute, Korea Appraisal Board, bjkimv@naver.com)

으며, Lee and Kim(2013)은 공시지가와 실거래가의 공간적 불일치 문제를 탐색하는 과정에서 크리깅을 활용하여 지가의 분포도를 작성하고 그 결과를 제시하였다. 또한, Kim(2014)은 서울시 아파트 실거래자료를 활용하여 2006~2010년까지의 서울시 아파트 실거래가 변화패턴을 시공간적으로 분석하여 제시하였다. 국외의 경우 국내와 비교할 때 크리깅 기법을 활용한 연구가 다양한 방면에서 활용되고 있다. 대표적으로 Zmólnig et al(2014)은 크리깅 기법을 적용하여 스코틀랜드 지역 주택가격의 공간적 패턴 분석과 함께 그 분포를 추정하여 제시하였으며, Kunt and Helbich(2014)는 부동산 시장 가격의 분포 주제도 작성에 있어 일반 크리깅(universal kriging)과 정규 크리깅(ordianry kriging, 이하 OK)등을 적용함으로써 그 적용 가능성을 입증하는 연구를 진행한 바 있다. 이 밖에도 고속철도 인근 주택가격 변동과 관련하여 크리깅을 적용한 연구(Liao and Chen, 2013), 소음과 대기질의 토지거래 가격에 미치는 영향(Chasco and LeGallo, 2011) 분석 등 크리깅을 활용한 다양한 연구가 발표되고 있다.

그러나 크리깅은 공간적으로 산재되어 있는 샘플 데이터를 기반으로 내삽(interpolation)을 취하는 방식이기 때문에 샘플링이 되지 않은 위치의 속성값을 추정하는 단계에서 필연적으로 공간적 불확실성이 나타나게 된다. 이러한 샘플자료의 공간적 부재로 발생하는 추정값의 불확실성은 분석 변수에 영향을 미치는 부가자료를 분석 과정에 포함시킴으로써 개선될 수 있으며, 그 대표적 방법으로 공동크리깅(co-kriging, 이하 CK)이 제시될 수 있다(Goovaerts, 1997).

부동산 실거래가격은 지리적 위치를 비롯하여 용도지역, 이용상황, 방위, 형상, 도로접면 등 다양한 요인에 의해 결정되는 만큼, 부가변수를 공간내삽에 활용하는 공동 크리깅은 정규 크리깅에 비해 부동산가격을 추정하는데 유용한 방법이 될 것이다. 즉, 거리 가중치만을 고려하는 정규 크리깅 기법에 비해 공동 크리깅은 추가적으로 부가 변수를 내삽함으로써, 실거래가격 미발생 지점의 가격 추정시 발생하는 공간적 불확실성을 감소시킬 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 공동크리깅과 정규크리깅을 적용하여 실거래가격을 추정하고, 그 결과를 상호 비교하여 실거래가 추정방법으로서 공동 크리깅의 적용 가능성을 파악하고자 한다.

2. 사례지역 및 분석자료

본 연구는 경상북도 영천시를 사례지역으로 선정하

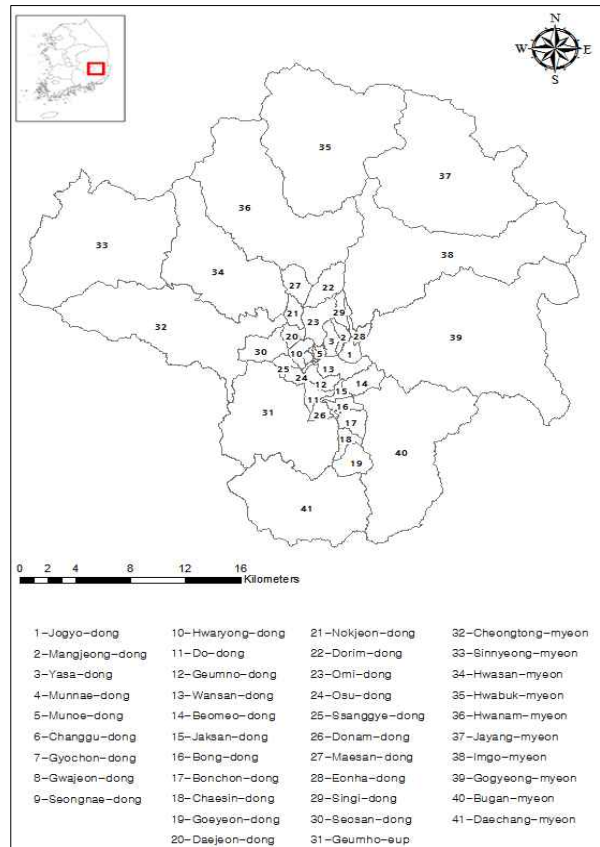


Figure 1. Study area

여 실거래가격 추정을 위한 공동크리깅의 적용 가능성을 분석하였다. 영천시는 최근(2012.01~2014.06) 대규모 택지개발과 함께 S.O.C 개발이 이루어지고 있어 전국적으로 지가 상승이 매우 뚜렷한 지역이다. 특히 시·군·구 규모에서 연구기간 동안 나타난 실거래 건수가 전체 개별 필지 수와 대비하여 가장 많은 지역이기 때문에 실거래 추정을 위한 공동크리깅 적용 과정에서 방법론의 적용 타당성과 방법론 검증에 위한 최적지역으로 판단되었다(Fig. 1).

해당 기간 동안 영천시의 실거래가 발생 필지수는 총 12,874필지이며 용도지역별로는 주거지역 734필지, 상업지역 47필지, 공업지역 121필지, 녹지지역 1,170필지, 관리지역 6,474필지, 농림지역 4,274필지, 자연환경보전지역 54필지로 관리지역에서의 거래 건수가 가장 많았고 상업지역에서의 거래 건수가 가장 적게 나타났다.

이러한 실거래가 자료는 ESRI社의 ArcGIS 10.1의 Geostatistical analyst를 활용하여 정규 및 공동 크리깅을 구현하고 추정 가격을 비교하였다.

3. 크리깅 분석 방법론

3.1 크리깅

크리깅 기법은 공간상에 분포하는 샘플자료의 위치 정보를 바탕으로 각 자료 간의 거리와 베리오그램(variogram)을 활용하여 미관측 또는 결측값을 추정하는 내삽방법이다(Choi and Um, 2011). 크리깅 기법은 공간적 상호관계를 가지는 확률변수의 가중치 선형 조합하여 확률 함수 모델을 작성하며, 이러한 공간적 상호관계는 일정 거리만큼 떨어진 자료들의 이질성을 나타내는 베리오그램으로 모델링된다(Choi, 2007).

베리오그램이란 공분산과 같이 자료의 공간적 유사성을 표현하는 척도로 수식 (1)과 같으며 정규크리깅 가중치 $\gamma(h)$ 는 일정 거리 h 만큼 떨어진 두 데이터 간의 차이를 제공한 것의 기댓값으로 나타낸다.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

여기서 h 는 분리 거리(lag distance)로 두 자료 간에 떨어져 있는 거리를 의미하며, n 은 분리 거리만큼 떨어진 샘플 자료 쌍의 개수를 나타낸다. 분리 거리가 증가하여 일정 거리 이상이 되면 자료간의 상관성이 나타나지 않은 일정 상태의 베리오그램 값을 나타내는데 이값을 문턱 값(sill)이라고 하며, 이때의 자료의 상관관계를 보이는 최대 분리거리를 상관거리(range)라고 한다. 이론상으로 분리거리가 0이면 베리오그램의 정의에 따라 그 값은 0이 되어야 하나 실제 계산된 실험적 베리오그램을 활용하여 이론적 베리오그램을 찾아내는 경우 분리거리가 0인 경우에도 베리오그램이 0이 아닌 상수값을 나타내는데 이를 너깃(nugget)이라고 한다. 베리오그램의 표현은 Fig. 2와 같다.

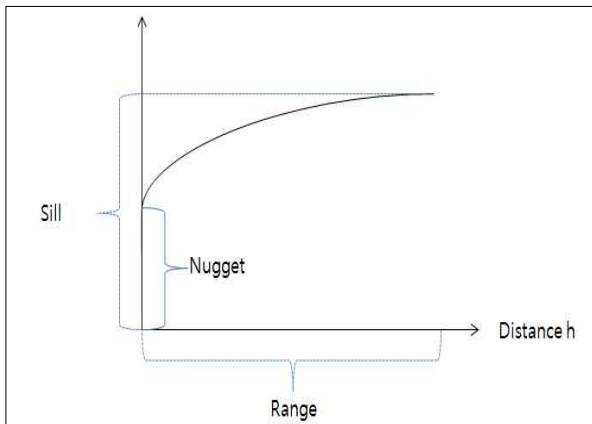


Figure 2. Concept of variogram

크리깅은 가중치를 구하는 방법과 전체에 따라 단순 크리깅(simple kriging), 정규 크리깅(ordinary kriging), 일반 크리깅(universal kriging)을 구분되며 이는 흔히 일변량 크리깅을 통칭된다. 본 연구에서는 공동크리깅과의 추정 결과 비교를 위해 선행연구에서 지가 추정에 활용된 정규 크리깅을 비교 모형으로 활용하였다. 정규 크리깅은 오차분산을 최소화 하는 가중선형조합을 가정하는 분석 방법으로 자료 분포의 불변성을 고려한다.

3.2 공동크리깅

공동 크리깅은 두 가지 이상의 변수 선형조합을 사용하여 알려지지 않은 미지점의 값을 예측하는 크리깅 기법으로 예측하고자 하는 변수를 주변수(primary variable), 주변수가 아닌 변수를 이차변수(secondary variable)으로 활용한다. 공동크리깅의 일반식은 수식 (2)와 같다.

$$z = \sum_{i=1}^n \lambda_i z_i + \sum_{j=1}^{n_s} \sum_{k=1}^{m_j} \lambda_{jk} u_j(x_{jk}) \quad (2)$$

여기서, z 는 주변수, n 은 주변수의 총 자료수, n_s 는 사용된 이차변수의 총 개수, u_j 는 j 번째 이차변수, m_j 는 j 번째 이차변수의 총 자료수, λ 는 가중치, x 는 각 자료의 위치를 나타낸다. 따라서 주변수 값을 예측하기 위해서는 총 $(n_s + 1)$ 의 변수와 $((n + n_s \times m_j)$ 개의 자료가 사용된다.

공동크리깅의 주변수와 이차변수는 공간적 상호관계에 있어야 이차변수를 사용함으로써 크리깅 결과의 불확실성을 줄일 수 있다(Park and Jang, 2008).

3.3 크리깅 적합성 및 예측 능력 검증 방법

공동 크리깅을 이용한 실거래가격을 추정과정에서 두 가지 검증 방법을 적용하였다. 먼저 크리깅 기법 모델 설정과정의 적합성을 검증하기 위해 교차검증(cross validation)을 실행하였고, 다음으로 크리깅 적용이 과연 실제 거래가격을 얼마나 설명하고 있는지에 대한 검증을 위해 공시지가와 크리깅 적용 추정지가의 평가수준과 평가균일성을 비교하였다.

교차검증은 크리깅 기법의 타당성을 검증하는 방법으로 전체 n 개의 샘플 자료에서 하나의 샘플자료값을 추정하기 위해 나머지 $n - 1$ 개의 표본점을 사용하여 추정하는 방법이다. 교차검증 값은 크리깅 추정치의 자체에 대한 평가가 아니라 베리오그램, 유효반경, 사용된 자료수 같은 사용 적절성의 검증 과정이다.

교차검증 값은 크리깅 미조사 예측 → 주어진 샘플지점값 제거 → 동일 크리깅 조건 기반 예측값을 통해 실제값 재예측 → 실제값과 예측값을 이용 크리깅 방법의 타당성 평가의 순으로 진행된다.

본 연구에서는 교차 검증 결과의 정량적 제시를 위해 평균오차(Mean Error, ME), 평균제곱근오차(Root Mean Square Error, RMSE), 산점도(scatter plot)를 제시하였다. 여기서 ME는 실제값과 추정치 차이를 의미하는 것으로 0으로 수렴할수록 편향되지 않음을 의미하며, RMSE는 사용된 모델이 실제값과 얼마나 유사하게 추정하고 있는지를 나타내는 값으로 ME와 동일하게 0에 가까울수록 모델의 정확도가 높은 것으로 평가한다. 산점도는 실제값과 예측값을 그래프로 그려 기울기가 1인 직선상에서 벗어나는 정도를 평가하는 것으로 회귀선의 기울기가 1에 가까울수록 보다 정확한 모형으로 평가할 수 있다.

본 연구는 궁극적으로 실거래가 기반의 지가분포도를 작성하여 미거래 지점에 대한 부동산 거래가격을 추정하는데 있다. 즉, 이는 현 공시지가 보다 현실화 된 가격으로 추정되어야 함을 의미한다. 이에 따라 본 연구에서는 12,874의 실거래가 발생 가격 중 80%(10,299 필지)는 모형 적용, 나머지는 20%(2,575 필지)는 검증데이터로 구분하여 나머지 20%의 실거래 필지에 대하여 (실거래가-공시지가), (실거래가-공동크리깅 추정가)를 비교하여 지가 현실화에 대한 평가능력을 비교하였다.

이에 대한 정량적 지표는 평가수준의 측면에서 추정 가격에 대한 실거래가인 Sales Ratio의 평균과 중위수를 제시하였다. 또한 평가의 균일성 측면에서 평균제곱근오차와 절대평균오차(Mean Absolute Error)를 제시하였다. S.R의 평균과 중위수는 1에 가까울수록 우수한 것으로 판단하며, RMSE와 MAE 는 0에 가까울수록 우수한 모형으로 평가한다.

4. 분석 결과

4.1 공동 크리깅을 위한 이차 변수 선정

지가를 형성하는 인자는 개별요인과 지역요인 등 다양한 영향요인으로 결정된다. 결과론적 측면에서 지가는 이러한 영향요인이 결합되어 나타난 결과로 해석할 수 있다. 그러나 지역별 또는 용도별로 지가에 영향을 미치는 영향요인의 정도는 매우 다른 양상으로 나타난다. 이에 따라 본 연구에서는 공동 크리깅 적용과정에서 필요한 이차 변수의 산정과정에서 지가 형성에 영향을 미치는 공통 상황을 고려하기 위해 선행연구결과를 참조하여 경사도, 고도, 면적, 철도역과의 거리, 주요

Table 1. Correlation of primary and secondary variable

	Correlation	p-value
Altitude	-.556*	.000
Gradient	-.385*	.000
Distance of Station	-.342*	.000
Distance of Expressway	-.337*	.000
Distance of Arterial Highway	-.450*	.000
Distance of Downtown	-.506*	.000
Green-belt	-.233*	.000
Urban Development District	-.474*	.000
Residential Estate Development	-.345*	.000

* : Correlation is significant at the 0.01 level

간선 도로와의 거리, 개발제한구역 포함 여부, 도시개발구역 포함 여부, 택지개발예정구역 포함 여부 등을 이차 변수의 후보군으로 설정하였다.

공동 크리깅은 전술된 것과 같이 주변수와 이차변수 간의 선형의 상관관계가 성립되어야 한다. 이를 위해 주변수(실거래가)와 이차변수(경사도, 고도 등)를 선형 상관관계를 분석하였다. 분석 결과는 Table 1과 같다. 분석결과를 살펴보면 고도와 도심과의 거리가 각각 -0.556, -0.506으로 다소 높은 음의 상관관계가 나타나고 있었다. 즉 고도가 높아질수록, 도심과의 거리가 멀어질수록 지가는 감소하는 것으로 이 두 변수가 지가형성과 가장 관련 깊은 것으로 나타났다. 이차변수의 설정에 있어 이차변수는 한 개 또는 그 이상으로 설정될 수 있는 있으나 본 연구에서는 상관계수 -0.5 이상을 기준으로 이차변수 변수를 선택하여 고도와 도심과의 거리를 이차변수로 최종 선정하였다.

4.2 베리오그램 분석 결과

크리깅 적용에 앞서 분석 데이터의 추정 정확도의 향상을 위해 분석 데이터의 경험적 분포패턴, 즉 자료의 구조와 특징을 파악하는 과정이 요구된다. 이를 위해 탐색적 공간자료 분석(Exploratory Spatial Data Analysis)을 통해 영천시 실거래가의 기술통계량을 살펴보았다. 이 과정은 크게 히스토그램 분석(Histogram), 분위수 대조도(Quantile-Quantile plot), 경향 분석(trend analysis)으로 구분된다.

먼저 히스토그램 분석 결과에서 영천시의 실거래가 분포 자료는 Fig 3(a)와 같이 최소 46.14원, 최대 3,012,900원, 평균 60,788원, 중위수 36,456원, 왜도 10.62, 첨도 220.96으로 양성왜도가 나타나고 있었다. 이러한 경우 크리깅을 바로 적용할 경우 추정치의 왜곡

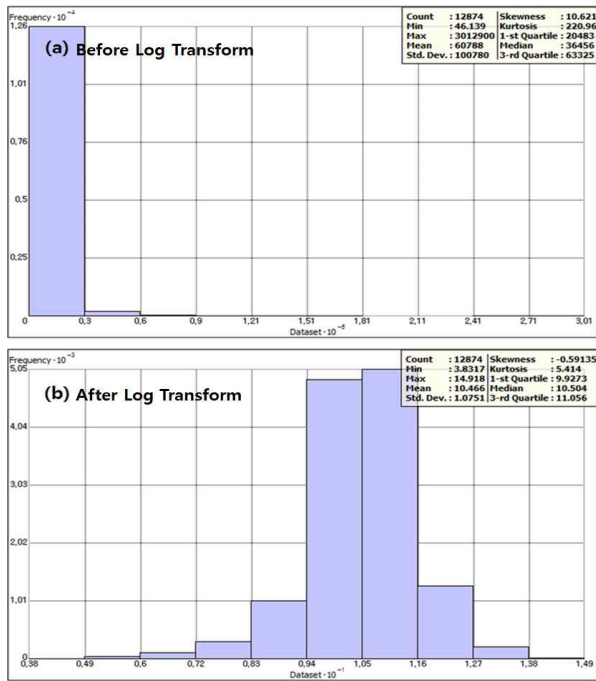


Figure 3. Result of histogram analyst

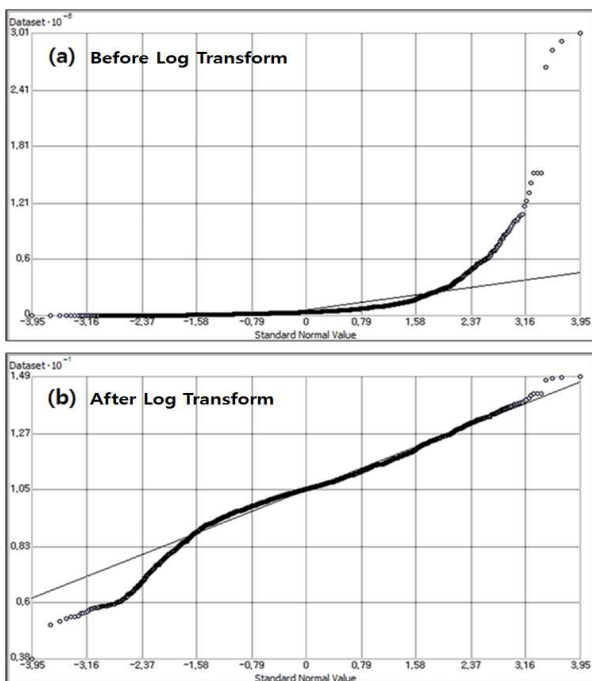


Figure 4. Result of Q-Q plot analyst

이 발생할 수 있어 실거래가를 log대수로 변환하였다. 그 결과는 Fig 3(b)와 같이 최소 3.83원, 최대 14.92원, 평균 10.47원, 중위수 10.50원, 왜도 -0.59, 첨도 5.41로 완전한 상태의 정규분포를 보이지는 않았으나 대수 변환 전에 비해 정규분포에 보다 가깝게 처리되었다. 자료의 누적분포와 표준 정규분포간의 차이를 분석

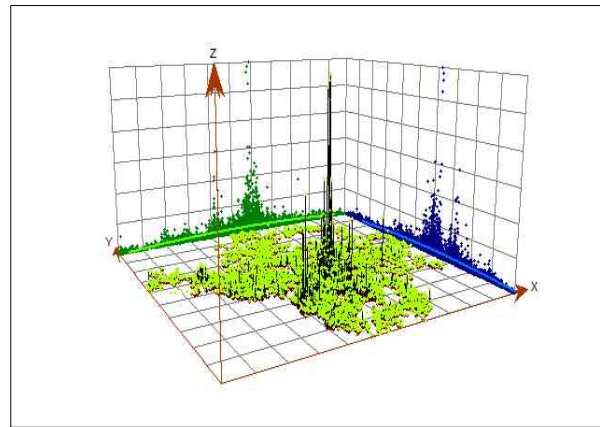


Figure 5. Result of trend analyst

하여 이상치를 확인하기 위해 실시한 분위수 대조도 분석(Q-Q plot)에서는 log 대수 변환 전에는 Fig 4(a)와 같이 전체적으로 직선 축에서 크게 벗어난 선형성이 관찰되고 있다. 이를 log 대수 변환 후에는 Fig 4(b)와 같이 기울기 1인 직선축에 상대적으로 가까운 선형형태가 관찰되었다. 그러나 여전히 최소값과 최대값에서는 비선형이 나타나고 있었다.

경향 분석 결과에서는 U자 형태의 특정한 경향성이 탐색 되지 않았다. 따라서 경향성의 별도 제거과정은 필요하지 않으며 이에 따라 특정 경향이 없을 경우 사용되는 정규크리깅의 선택이 타당한 것으로 판단되었다.

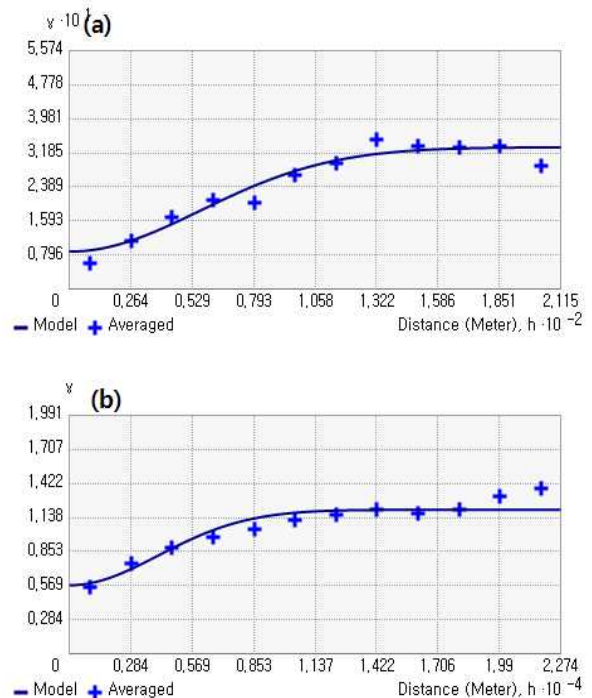


Figure 6. Comparison of variogram (a) OK (b) CK

베리오그램 모델링 수행과정에서 영천시 실거래가 자료는 이방성이 존재하지 않는 것으로 확인되어 등방성 모델을 적용 하였다. 이론적 베리오그램 선정과정은 영천시의 실거래가 자료의 분포가 문턱값까지 증가하다가 일정거리 이상에서는 그 값이 일정하며, 짧은 분리거리에서 베리오그램 값이 서서히 변화하는 양상이 확인되었다. 이에 따라 짧은 분리거리에서 자료들의 상관성이 크거나 연속성이 강할 경우 자료의 특성을 가장 반영할 수 있는 가우시안(Gaussian) 모델을 이론적 베리오그램 모델로 활용하였다(Choi, 2007).

Fig 6은 베리오그램 분석 결과로 Fig 6(a)는 정규 크리깅, Fig 6(b)는 공동 크리깅의 결과이다. 베리오그램으로도 확인할 수 있는것과 같이 정규 크리깅의 베리오그램 피팅에 비해 공동 크리깅의 피팅 결과가 좀 더 적합하게 나타나고 있다.

4.2 크리깅 적용 결과

정규 크리깅과 공동 크리깅을 적용한 결과는 Fig. 7과 같다. 적용 결과는 실거래가 분포의 추정치와 표준 오차(standard error)의 분포를 나타내며 제시된 주제도는 quantile 분류기법으로 10단계의 클래스로 분류하여 제시된 결과이다.

실거래가 추정도를 살펴보면 정규 크리깅과 공동 크리깅의 실거래 분포 패턴은 영천시 도심지에서 시작하여 주요 도로를 따라 높은 지가가 형성되어 나타나고 있음을 확인할 수 있으며, 시외곽의 고지대에서는 낮은 가격대(㎡당 1,000원 이하)가 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 정규 크리깅의 경우 공동 크리깅과 비교할 때 동일 가격대라고 하더라도 다소 평활화된 상태로 나타나고 있다. 이러한 결과는 실거래 미발생지점에 대한 공동 크리깅의 추정과정에서 이차변수인 고도와 도심과의 거리가 국소적인 영향이 반영 되어 나타난 것으로 볼 수 있으며 이에 따라 공동 크리깅이 정규 크리깅에 비해 지가 추정과정에서 지가 형성 요인을 보다 현실적으로 반영함을 알 수 있다.

예측 표준 오차의 분포를 살펴볼 경우에도 Fig. 7(b)와 Fig. 7(d)와 같이 정규 크리깅의 경우 공동 크리깅과 비교할 때 동일 수준의 예측오차라 하더라도 그 편차의 분포 범위가 상당히 넓게 분포하고 있어 공동 크리깅의 실거래가 예측 수준이 상대적으로 높게 평가될 수 있음을 확인할 수 있다. 특히 이차변수의 영향력이 반영되는 시외곽의 고지대와 도심부에서는 공동크리깅의 예측 표준 오차가 더 낮게 나타나고 있다.

그러나 정규 크리깅과 공동 크리깅 양쪽 모두 24,534~317,955 원/㎡ 수준의 큰 오차가 발생하고 있

고 이러한 양상은 도심부를 중심으로 나타나고 있음을 고려할 때 해당 도심지역에서 대한 추가적인 이차변수 선정이 필요함을 알 수 있다.

4.3 예측 능력 비교

크리깅을 적용하여 도출한 실거래 추정가격에 대한 모델 적합성을 검증하기 위해 교차검증을 실시한 결과는 Table 2와 같다.

먼저 평균 오차는 정규 크리깅과 공동 크리깅 모두 (-)값으로 나타나 실제 실거래가 가격보다 크리깅 추정을 통해 저추정되는 결과를 보이는 것으로 나타났다. 두 모델의 비교에서는 정규 크리깅이 -1,005 원/㎡, 공동 크리깅 -428 원/㎡으로 공동 크리깅이 정규 크리깅에 비해 추정에 대한 편향정도가 낮게 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

예측 정확도의 경우 역시 정규 크리깅 61,926 원/㎡, 공동 크리깅 60,811 원/㎡으로 공동 크리깅이 정규 크리깅에 비해 실거래에 가깝게 추정하고 있다.

Fig. 8의 산점도 분포를 살펴보면 정규 크리깅의 경우 회귀선의 기울기가 0.669으로 공동 크리깅 0.745 보다 낮게 나타나 공동 크리깅이 실거래가격을 보다 효과적으로 추정하고 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하면 크리깅 적용의 모델 적합성의 측면에서는 정규 크리깅에 보다 공동 크리깅이 더 적합한 것으로 판단할 수 있다.

교차 검증은 공동 크리깅과 정규 크리깅의 모델 적합성을 비교하는 과정이다. 이를 통해 정규 크리깅 보다 공동 크리깅의 예측 우수성을 판단할 수는 있었으나, 현실적인 목적인 공시지가의 현실화를 판단하는 기준이 될 순 없다.

이에 따라 (실거래가 vs 공시지가)와 (실거래가 vs 공동 크리깅 추정가)를 비교하여 공동 크리깅을 통해 추정된 실거래가 추정치를 확인하였다.

먼저 S.R Mean은 공시지가 0.58, 공동 크리깅 추정가 1.35으로 공동 크리깅의 경우가 1에 더 가깝게 나타나고 있었다. 또한 S.R Median의 경우도 공시지가는 0.49, 공동 크리깅 추정가는 1.15로 공동 크리깅의 추정가가 평가 수준의 측면에서 더 우수한 것으로 나타났다.

평가의 균일성 측면에서 분석한 MAE와 RMSE의 경우 공시지가 32,870 원/㎡ : 81,498 원/㎡이며 공동

Table 2. Result of cross validation

	ME	RMSE	Regression
OK	-1,005	61,926	0.669
CK	-428	60,811	0.745

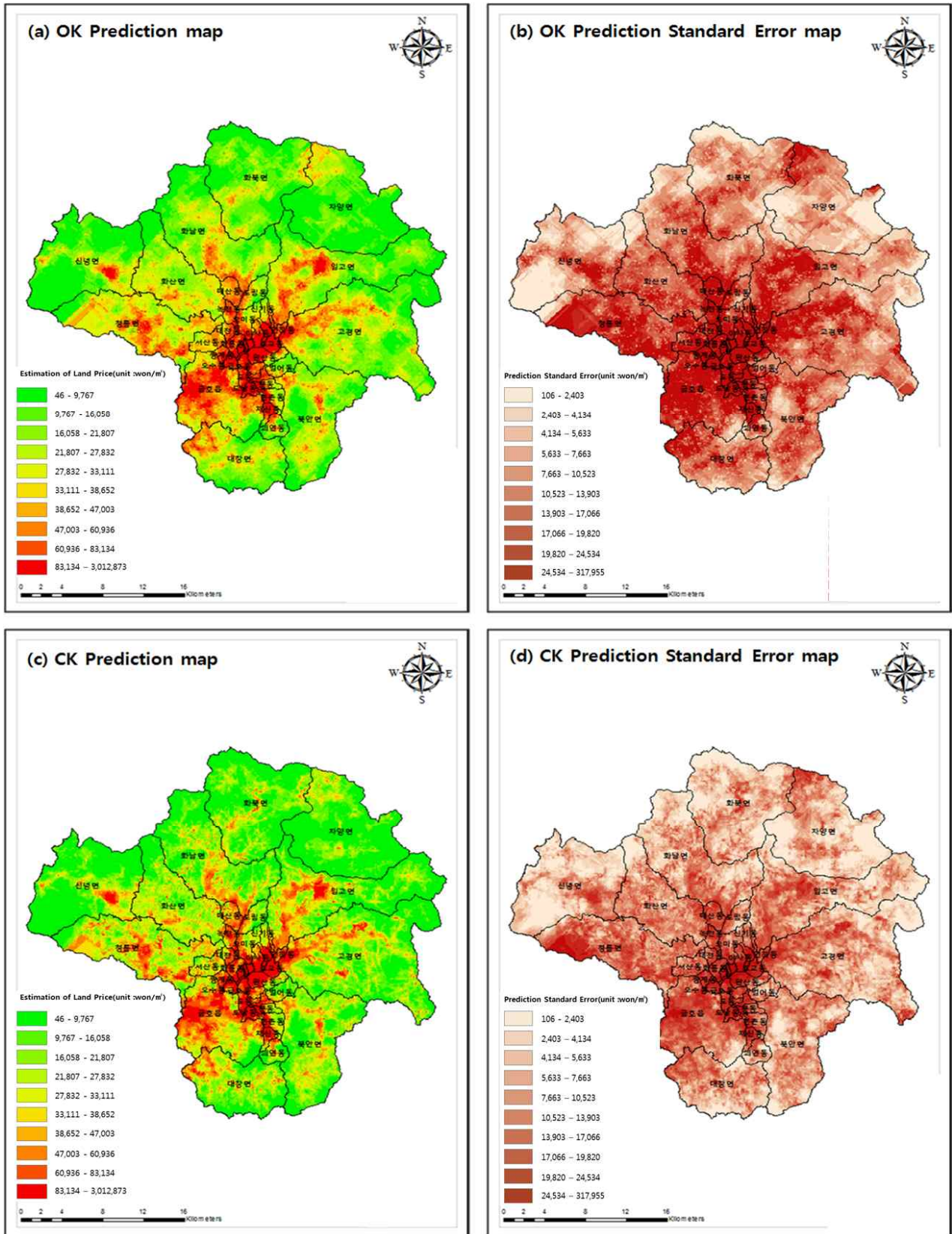


Figure 7. Result of kriging method

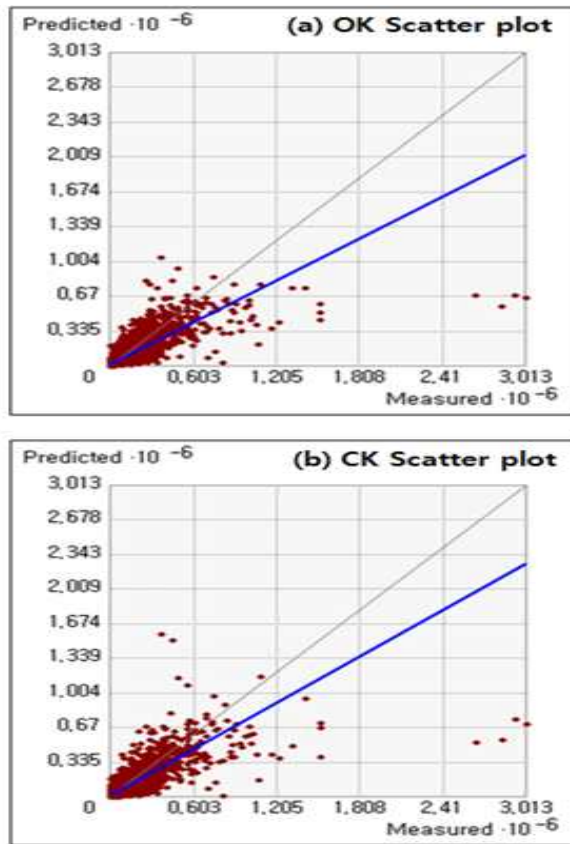


Figure 8. Scatter plot of cross validation

Table 3. Accuracy assessment of the land price estimation

	Land Price Appraisal	Price Estimation by CK
S.R Mean	0.58	1.35
S.R Median	0.49	1.15
MAE	32,870 won/m ²	21,648 won/m ²
RMSE	81,498 won/m ²	57,857 won/m ²

크리깅 21,648 원/m² : 57,857 원/m²으로 공동크리깅이 실거래가를 더 균일적으로 평가하고 있음을 알 수 있다.

이에 대한 결과를 종합하면 현재의 공시지가 보다 실거래가를 기반으로 추정된 공동 크리깅의 실거래가 추정 가격은 공시지가의 현실화 수준을 높일 수 있는 것으로 볼 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 공동크리깅과 정규크리깅을 적용하여 실거래가격을 추정하고, 그 결과를 상호 비교하여 실거래가 추정방법으로서 공동 크리깅의 적용 가능성을 파악

하였다.

경상북도 영천시의 사례 연구를 통해 기존 정규 크리깅을 활용하는 방안에 비해 지가 형성에 영향 요인(고도, 도심과의 거리)를 반영한 공동 크리깅을 적용했을 때 공간적 평활화 효과를 감소시킬 수 있으면서 예측오차에 대한 공간적 분포 역시 개선할 수 있는 것으로 나타났다.

또한, 현실적 측면에서 현행 공시지가와 공동 크리깅 추정 실거래가 가격을 비교한 결과에서는 평가 수준 측면(S.R Mean, S.R Median)에서 공동 크리깅 추정가가 실거래가격을 더 높게 평가하고 있었으며, 평가의 균일성 측면(MAE, RMSE)에서도 공동 크리깅 추정가가 실거래가 설명력이 더 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과는 현재 활발히 논의되고 있는 실거래가 기반 공시지가 평가 과정에서 요구되는 기초자료와 분석 방법에서의 새로운 대안으로 제시 될 수 있을 것이다. 특히 부족한 실거래 사례를 사례로 과학적 방법론을 도입하여 적정 수준에서 거래 미발생 지역의 토지 가격을 추정할 수 있다는 점에서도 그 의미를 찾아볼 수 있을 것이다.

그러나 연구 결과에서 볼 수 있듯이 도심지 지역에서는 추정 오차가 상대적으로 크게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 도심지 지가는 일반적 토지지역에 비해 보다 다양한 영향요인이 개입되어 있음을 의미하는 것으로 공동 크리깅 과정에서 보다 다양한 영향요인을 고려하는 방법이 필요하다고 판단된다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서는 최근 제시되고 있는 하이브리드(Hybride) 크리깅의 일종인 회귀 크리깅(regression kriging)의 적용 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- Chasco, C. and Le Gallo, J., 2011, The Impact of objective and subjective measures of air quality and noise on house prices: A multilevel approach for downtown Madrid, [In ERS conference papers (No. ersa11p168)], European Regional Science Association.
- Choi, J. K., 2007, Geostatistics, Seoul: SigmaPress.
- Choi, J. H. and Um, J. S., 2011, Comparative evaluation among different kriging techniques applied GOSAT CO₂ map for North East Asia, Journal of environmental impact assessment, Vol. 20, No. 6, pp. 879-890.
- Goovaerts, P., 1997, Geostatistics for natural resources evaluation, Oxford University Press,

- Oxford.
5. Kim, J. H., 2012, An analysis on the change pattern of spatio-temporal land price in Gongju city using the geostatistical methods, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information System*, Vol. 20, No. 4, pp. 93-99.
 6. Kim, J. H., 2014, Analysis of pattern change of real transaction price of apartment in Seoul, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information System*, Vol. 22, No. 1, pp. 63-70.
 7. Kim, J. Y. and Baik, M. S., 2014, Analysis of vertical equity of Taxation of land and its improvement, *Korea Appraisal Society*, Vol.12, No. 2, pp. 15-26.
 8. Kuntz, M. and Helbich, M., 2014, Geostatistical mapping of real estate prices: An empirical comparison of Kriging and cokriging”, *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 28, No. 9, pp. 1-18.
 9. Lee, G. H. and Kim, K. Y., 2013, A study on the spatial mismatch between the assessed land value and housing market price: Exploring the Scale Effect of the MAUP, *Journal of the Korean*.
 10. Liao, S. L. and Chen, J. Y., 2013, Spatial and temporal effects of high-speed rail on house prices: The case of Kaohsiung city, *住宅學報*, Vol. 22, No. 1, pp. 25-54.
 11. Park, N. W. and Jang, D. H., 2008, Mapping of temperature and rainfall using DEM and multivariate kriging, *Journal of the Korean Geographical Society*, Vol. 43, No. 6, pp. 1002-1015.
 12. Zmölning, J., Tomintz, M. N. and Fotheringham, S. A., 2014, A spatial analysis of house prices in the kingdom of fife, Scotland, *Musiklexikon*, pp. 125-134.