

GIS를 이용한 공시지가 토지특성 자동추출에 관한 연구

A Study on Auto-extract of Land Character of Public Land Price by GIS

박수홍¹⁾, 홍성언*²⁾, 김현석³⁾

Park Soo-Hong, Hong Sung-Eon, Kim Hyun-Suk

인하대학교 지리정보공학과 조교수(shpark@inha.ac.kr)¹⁾

인하대학교 지리정보공학과 박사과정(hongsu2005@hanmail.net)²⁾

인하대학교 지리정보공학과 석사과정(nhageo@hanmail.net)³⁾

요 약

개별공시지가는 현재 자동화 산정 프로그램인 ALPA(Automatic Land Price Appraisal System)에 의해 지가를 산정하고 있다. 그러나 자동화 시스템은 지가를 자동적으로 산출한다는 장점이 있지만 지가의 계산만이 가능하고, 토지특성의 자동 추출에 관한 기능의 부재와 비교표준지에 대한 취사 선택기능이 없는 등 정확도나 효율성 면에서 많은 문제점을 드러내고 있다. 이러한 문제점에 기인하여, 현재 개별공시지가를 조사·산정하는데 1년에 약 400억 소요되어 엄청난 국가예산이 소요되고 있다. 또한, 실무자들의 현장 조사와 수작업에 의한 토지특성 조사·기재로 인하여 개별공시지가 검증과정에서 발견되는 오류 필지의 상당 부분이 토지특성조사 착오로 나타나고 있어 토지특성 조사의 객관성과 정확성이 결여되고 있다. 따라서, 객관적이고 정확한 토지특성조사와 효율적으로 공시지가를 자동 산정하기 위해서는 토지특성을 정확하게 자동으로 추출할 수 있는 방법론이 시급한 실정이다. 본 연구에서는 토지특성 조사 중 객관성과 정확도 측면에서 가장 문제가 되고 있는 필지의 형상특성과 향(방위)특성에 대해 GIS 소프트웨어인 ArcGIS와 Window기반의 Visual Basic을 이용하여 토지특성을 자동 추출할 수 있는 시스템 프로토타입을 구현하였다. 그리고, 자동 추출된 토지특성을 현행 토지특성과 비교·분석을 통하여 정확도와 효율성을 제시하고자 한다.

1. 서 론

개별공시지가는 현재 자동화 산정 프로그램인 ALPA(Automatic Land Price Appraisal System)에 의해 지가를 산정하고 있다. 그러나 자동화 시스템은 지가를 자동적으로 산출한다는 장점이 있지만 지가의 계산만이 가능하고, 토지특성의 자동 추출에 관한 기능의 부재와 비교표준지에 대한 취사 선택기능이 없는 등 정확도나 효율성 면에서

많은 문제점을 드러내고 있다. 이러한 문제점에 기인하여, 현재 개별공시지가를 조사·산정하는데 1년에 약 400억 소요되어 엄청난 국가예산이 소요되고 있다. 또한, 실무자들의 현장 조사와 수작업에 의한 토지특성 조사·기재로 인하여 개별공시지가 검증과정에서 발견되는 오류 필지의 상당 부분이 토지특성조사 착오로 나타나고 있

어 토지특성 조사의 객관성과 정확성이 결여되고 있다. 따라서, 객관적이고 정확한 토지특성조사와 효율적으로 공시지가를 자동 산정하기 위해서는 토지특성을 정확하게 자동으로 추출할 수 있는 방법론이 시급한 실정이다.

본 연구에서는 토지특성 조사 중 객관성과 정확도 측면에서 가장 문제가 되고 있는 필지의 형상특성과 향(방위)특성에 대해 GIS를 기반으로 하여 자동 추출하고, 현행 토지특성과 비교·분석을 통하여 정확도와 효율성을 제시하고자 한다.

구체적으로, 본 연구에서는 토지특성 자동추출을 위해 범용 GIS 소프트웨어인 ArcGIS와 Window기반의 Visual Basic을 이용하여 토지특성을 자동추출할 수 있는 시스템 프로토타입을 구현하였다. 필지 형상 특성의 자동추출은 연구대상지역(강남구)의 원시데이터에 대하여 전처리(일반화) 과정을 거쳐 분류기준을 정의하고, 필지의 기본 형상(정방형, 직사각형, 삼각형, 사다리꼴, 자루형, 부정형)을 자동추출 하였다. 필지의 향특성은 조사·산정 지침상에서 규정하고 있는 기준에 의거하여 8개의 방향을 정의하고, 필지 주도로 접면을 추출하여 방위각을 산출한 후 향특성을 추출하였다.

2. 토지특성 추출 알고리즘

2.1 형상특성 추출

1) 전처리(일반화)

도상에서 필지를 구성하고 있는 경계선 호들은 대개 인접필지와 경계선상의 경계점에서 분기하므로 필지의 한면을 이루는 경계선 호는 여러 호로 나뉘어질 수밖에 없다. 따라서, 필지의 형상을 자동으로 추출하기 위해서는 한면을 구성하는 호들을 모두 합쳐 한면의 길이로 계산하기 때문에

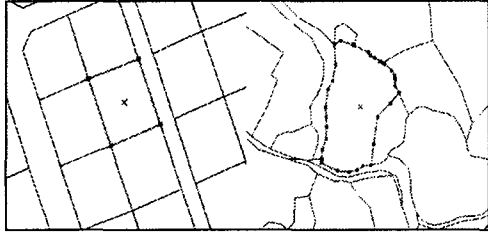
형상을 판정하기 전에 전처리 과정이 필요하다. 즉, 중간에 불필요 vertex 점들을 삭제하고 최종 node점을 생성하여야 형상을 정확하게 추출할 수 있다. 이러한 일반화 과정을 거쳐, 최종 node점과 내각에 대한 기준을 정의하여 형상을 추출할 수 있다.



【그림 1】 도상 필지의 변구성

본 연구에서는 전처리과정(일반화)의 효율을 극대화하기 위해 연구대상지역을 크게 일반필지와 전·답·임야 필지로 구분하여 전처리(일반화)를 시행하였다. 이는 실제 본 연구에서 사용하는 일반화 알고리즘이 임계값(Threshold)을 사용하기 때문에, 임계값의 크기에 따라 정형화되어 있는 필지(정방형, 직사각형, 사다리꼴 등)와 불규칙한 필지(부정형)로 대분류를 하여 시행하여야 정확하게 일반화가 이루어지기 때문이다. 즉, 정형화된 필지의 경우 대부분이 중간에 vertex 점들이 많이 존재하지 않으나 실제 부정형의 필지의 경우 필지의 형상 특성상 무수히 많은 vertex 점들이 적은 간격을 두고 조밀조밀하게 밀집되어 있다 【그림 2】. 따라서, 동일한 임계값을 주면 일반화의 높은 정확도를 기대할 수 없다. 그러므로 일반필지의 임계값은 vertex 삭제 범위를 낮게 부여하고, 전·답·임야 필지의 경우 상대적으로 부정형의 숫자가 많

기 때문에 임계값을 높게 설정하여 주었다.



【그림 2】 필지형상별 point 분포

2) 일반화 알고리즘

일반화의 경우 최초 불필요 vertex점들을 삭제하고, 최종적으로 node점들을 산출하게 된다. 이렇게 산출된 node점의 개수를 바탕으로 삼각형, 사각형, 다각형의 3종류 형상으로 일반화가 된다. 즉, 점이 3개로 카운트되면 삼각형, 4개면 사각형 그 이상이면 다각형으로 구별이 된다. 일반화를 위한 기본적인 알고리즘은 다음과 같다.

① : 기본적으로 각 폴리곤의 점의 수를 파악하여 삼각형, 사각형, 다각형으로 구분한다. → 삼각형 분류

② : 점의 개수가 4개 이상일때 형상 분류 (사각형, 다각형)

③ : ①에서 모든 점들 사이의 거리(2점 사이의 거리)를 구하여 이 2점사이의 거리가 최대가 되는 장축의 길이와 좌표를 획득한다.

④ : ②에서 좌표가 얻어지면 이 2개의 좌표값을 이용하여 직선의 방정식(기울기와 절편을 획득)을 구한다.

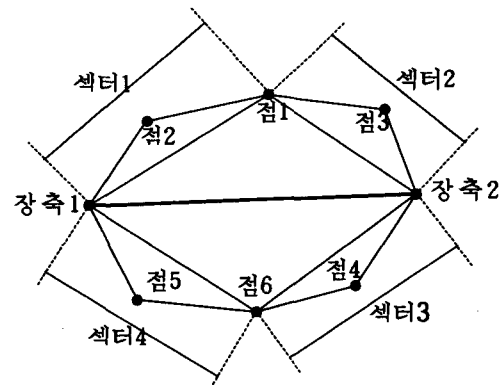
⑤ : ②, ③에서 얻어진 직선의 방정식과 장축을 이루는 2점 사이에 있는 점들간의 거리를 구한다. 즉, 한점과 직선과의 수선의 길이를 구하는 것이다. 수식은 아래와 같다. $ax + by + c = 0$ 이 직선의 방정식이라면

$$\text{수선의 길이} = |ax + by + c| / \sqrt{a^2 + b^2}$$

⑥ : ④에서 구해진 수선의 길이와 임계

값(Threshold)을 서로 비교하여 수선의 길이가 임계값 보다 크게되고 이러한 값들 중에서 가장 큰 수선의 길이를 갖는 점을 획득한다.

이렇게 해서 선택되어진 점이 【그림 3】에서 보이는 1번점이다. 장축2번 점과 1번점 사이에 점이 하나 있는데 다시 이 점의 획득 유무를 검사해야 한다. 검사하는 과정은 위에서 했던 과정과 같다.



【그림 3】 일반화 알고리즘

이렇게 일반화가 이루어지면 필지의 형상을 판정하기 위해 각각의 형상이 가지고 있는 특성을 중심으로 각 형상에 대한 형상판정기준을 정의해 주어야 한다. 본 연구에서 정의한 판정기준은 <표 1>과 같다.

<표 1> 형상판정 기준 정의

구분	판정 기준
삼각형	일반화되기 전·후에 vertex의 수가 세개
정방형	포인트의 수가 4개이고, 각도가 75°~ 105° 사이이며, 각 변의 길이 비가 0.9:1.1 사이인 사각형
	포인트의 수가 4개이고, 변사이의 각도가 75°~ 105°사이이며, 각 변의 길이 비가 0.9:1.1사이가 아닌 사각형
사다리꼴	포인트의 수가 4개이고, 변사이의 각도가 75°~ 105°사이가 아니거나 정방형, 직사각형의 기준에 맞지 않는 사각형
	포인트의 수가 5개 이상이고, convex polygon
부정형	포인트의 수가 5개 이상이고, concave polygon

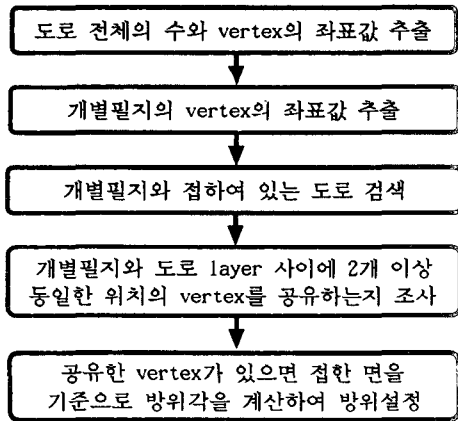
2.2 향특성 추출 원리 및 알고리즘

향특성을 자동추출하는 기본 원리는 가장 객관적이라고 분석되는 필지와 도로접면 라인(line)을 기본으로 하였다. 또한, 실제 8개의 방향을 가장 객관적으로 균등하게 범위를 설정해 주었다.

본 연구에서는 필지와 접한 도로의 폭을 기준으로 하여 주거용 개별 필지와 접하여 있는 도로 중에서 폭이 넓은 도로와의 방향을 기준으로 방위각을 산출한다. 기본적인 알고리즘은 다음과 같다.

① 도로와 필지의 접면(line) 추출한다. 만일, 2개 이상의 도로 폴리곤과 접할 경우는 주도로 개념을 도입하여 가장 넓은 도로와 접한 도로폴리곤의 라인을 선택한다.

도로접면 라인의 경우, 필지폴리곤의 모든 point(node, vertex)와 도로폴리곤의 모든 point를 검색하고, 서로 일치하는 point를 검색하여 도로접면 라인을 추출한다. 도로라인 추출 알고리즘은 【그림 4】와 같다.



【그림 4】 도로라인 추출 알고리즘

② 추출된 접면 라인(line)의 좌표값을 이용하여 방위각을 산출

③ 산출방위각에 대하여 필지형상 추출이 가능하게 재연산

- 진북을 기준으로 한 방위각이 1사분면의 각으로 산출될 경우(0~90도 사이)

필지의 향(T) = $T_0 + 180^\circ + 90^\circ$
 - 진북을 기준으로 한 방위각이 2, 3, 4사분면의 각으로 산출될 경우

필지의 향(T) = $T_0 - 90^\circ$

④ 향판정 기준에 따라 향 판정

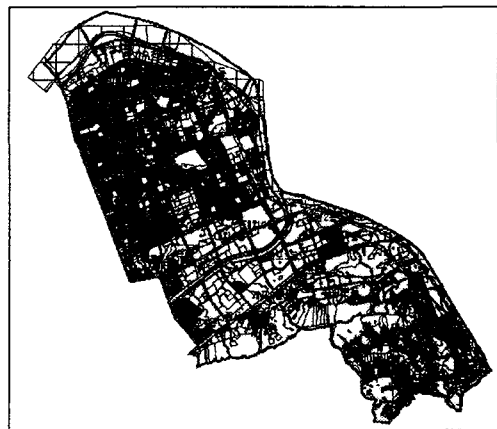
<표 2> 각도 범위 별 향 판정 기준

전산 코드	약어	각도 범위	전산 코드	약어	각도 범위
1	남향	157.5° ~ 202.5°	5	서향	247.5° ~ 292.5°
2	남동향	112.5° ~ 157.5°	6	북향	337.5° ~ 22.5°
3	남서향	202.5° ~ 247.5°	7	북동향	22.5° ~ 67.5°
4	동향	67.5° ~ 112.5°	8	북서향	292.5° ~ 337.5°

3. 실험 및 분석

3.1 연구대상지역 및 데이터

본 연구에서는 대상지역을 서울시 강남구로 선정하였다. 강남구의 경우 정보화사업에 가장 활발하게 대처하고 있고, 실제 수치지적도, 위성영상, 웹기반 지도서비스 제공 등 많은 기초데이터를 구축하고 있다. 따라서, 본 연구에서도 현재 강남구에서 구축해 놓은 토지특성 테이블(형상, 방위 등), 편집지적도 등을 이용하였다. 【그림 5】는 연구대상지역을 나타내고 있다.



【그림 5】 연구대상 지역

3.2 분석 및 평가

1) 형상특성 추출 결과

필지 형상특성의 자동추출은 연구대상지역(강남구)의 원시데이터에 대하여 일반화(normalization)과정을 거쳐 분류기준을 정의하고, 필지의 기본형상(정방형, 직사각형, 삼각형, 사다리꼴, 자루형, 부정형)을 자동추출 하였다.

Sampling Test를 통해 확정된 임계값을 적용하여, 실제 연구대상지역 전체(일반필지)에 대하여 필지형상을 자동으로 추출·분류하였다. 전·답·임야 필지의 경우, 실제 자루형 필지의 분포는 거의 없기 때문에 바로 부정형으로 형상을 분류하였다. <표 3>은 최종적으로 추출된 형상과 현행 실제 필지 형상과의 부합률을 나타낸 것이다.

<표 3> 필지 형상 추출 정확도 비교

형상 임계값	정방형	직사각형	사다리꼴	삼각형	부정형	자루형	총 계
일반필지 (1/5.5)	2,587/3,940 (65.66%)	12,834/15,688 (81.81%)	1,885/3,343 (56.39%)	92/116 (79.31%)	136/1,282 (10.61%)	362/1,358 (26.66%)	17,896/25,727 (69.56%)
전/답/임야 (1/20)	9/30 (30.00%)	67/242 (27.69%)	373/960 (38.85%)	147/441 (33.33%)	2,556/2,767 (92.37%)		3,125/4,440 (70.99%)
소 계	65.39%	80.99%	52.48%	42.91%	56.48%		69.68%

일반필지의 경우 강남구 총 25,727필지 중에서 17,896필지가 일치하여 대략 70%정도의 부합률을 보이고 있다. 가장 높은 부합률을 보이는 형상은 직사각형으로 81.81%의 부합률을 나타내고 있다. 여기서, 부정형과 자루형이 상대적으로 부합률이 낮은 이유는 전처리(일반화)과정에서 사각형 형태의 필지에 초점을 두어 임계값을 설정하여 주었기 때문이다.

전·답·임야 필지는 부정형과 자루형을 구별하지 않고 부합률을 분석하였다. 이는 실제 전·답·임야 필지에서는 자루형의 형

태가 거의 없기 때문이다. 전·답·임야 지역의 자루형 필지의 형상 추출은 숫자가 적기 때문에 이 지역에서 자동으로 자루형과 부정형을 구별하여 자동추출할 경우 효율성과 경제성이 감소할 것이다. 따라서, 적은 수의 자루형 형태 필지는 실제 수작업과 병행하여 형상을 판정하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

2) 향특성 추출 결과

필지의 향특성은 조사·산정 지침상에서 규정하고 있는 기준에 의거하여 8개의 방향을 정의하고, 필지 주도로 접면을 추출하여 방향각을 산출한 후 향특성을 추출하였다. 본 연구의 서두에서 기술한 향판정의 정의는 정확하게 8방향을 분배하여 정의하였다. 이렇게 하면, 정방향(남향, 북향, 동향, 서향)의 경우는 비교적 정확하게 추출이 되나 사방향(북동향, 남동향, 남서향, 북

서향)의 경우는 실무자의 현장조사로 판정되는 특성과는 일치률이 낮았다. 사방향의 경우는 실무자에 의해 조사될 경우와 프로그램으로 추출할 경우 차이가 나는 것은 필연적이다. 왜냐하면, 실제 수작업으로 8개 방향을 분류하여 정확하게 구분한다는 것은 곤란하고, 향판정이 민감한 부분 즉, 사방향의 경우 사람마다 견해 차이를 달리하기 때문에 정확한 향판정이 관란하기 때문이다. 결국, 정방향 보다는 사방향의 범위를 넓혀 주어야 인간시각(human vision)과 컴퓨터시각(computer vision)의 차이를

좁힐 수 있을 것이다. 본 연구 역시 이러한 측면에 주안점을 두었다.

지가의 지역별 특성을 감안하고, 사방향의 경우 인간에 의한 정확한 향판정을 기대할 수 없기 때문에, 8방향 중 사방향 각도의 범위는 여러 가지 가정을 하여 결정하였다. 즉, 단순히 360°를 8로 나누어서 범위를 설정한 것<표 4참고>부터, 정(正)방향 사이의 방향 즉 남동, 남서, 북동, 북서의 방향을 5° 단위로 늘려서 방향을 설정하였다. <표 4>는 사방향에 대하여 범위에 변화를 주어가며 강남구 주거용 필지 총 14,048필지에 대하여 자동 추출한 향판정 결과이다. 정확도 분석은 현행 향특성과 비교·분석을 통하여 이루어졌다.

<표 4> 향특성 자동 추출 결과

각도 증가치 (°)	전체 일치하는 필지수	일치하는 비율(%)	증감율(%)
0	5945	42.32	-
5	7698	54.80	(+)12.48
10	9334	66.44	(+)11.64
15	9845	70.08	(+)3.64
20	10213	72.70	(+)2.62
25	10343	73.63	(+)0.93
30	10165	72.36	(-)1.27
35	9966	70.94	(-)1.42
40	9745	69.37	(-)1.57

이 결과를 분석하여 볼 때, 균등하게 8방향을 분류하였을 경우는 현행 향특성과 부합률은 대략 40% 정도이다. 여기서, 사방향 각도의 범위를 넓혀 줄 경우, 대략 20도에서 25도 넓힐 경우 정확도가 73%정도로 가장 높게 나타났다.

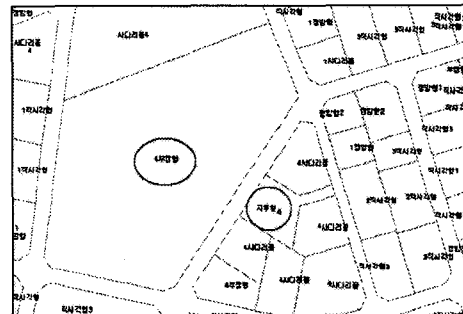
3) 토지특성 자동추출의 문제점

토지특성을 자동 추출하는 것의 가장 큰 문제점은 실제 사람의 눈으로는 정확하게 구별하기 어려운 특성(형상·방위)을 컴퓨터 계산으로 특성을 추출할 경우 일치하지 않

는 경우가 발생한다는 것이다. 이러한 문제점을 종합적으로 기술하여 보면 다음과 같다.

형상특성을 예로 든다면, 【그림 6】에서 필지의 숫자는 현행 필지 형상의 전산코드 번호이다. 그리고 한글로 형상이 표기된 것이 자동으로 추출된 필지의 형상이다. 여기서, 그림의 좌측에 원으로 표시된 형상의 경우 현행 전산코드 상으로는 사다리꼴 형상이다. 그러나 지침상에서 규정하고 있는 사다리꼴 형태와는 차이가 있다. 오히려 부정형에 가까운 형상을 나타내고 있다. 그리고, 우측의 원으로 표시된 필지 역시 사다리꼴로 형상으로 분류되어 있으나 실제 지침을 따른다면 오히려 자루형으로 분류가 되어야 할 것이다.

이렇게 지침상의 규정과는 다르게 관행적으로 조사·기재되고 있는 필지 형상판정으로 인하여 전산화하는 데 문제점으로 나타나고 있다.

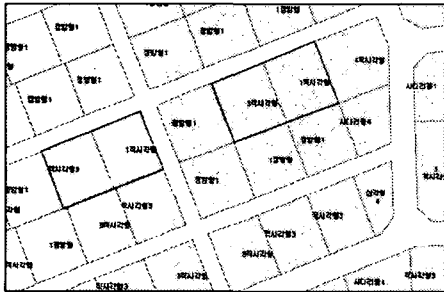


【그림 6】 지침과는 상이한 필지형상 판정

【그림 7】의 진한색 테두리 부분의 필지를 보면, 실제 인간의 시각으로 이러한 필지의 형상을 정확하게 정방형인지 직사각형(가로장방, 세로장방)의 형태인지를 판정하기란 매우 어렵다. 【그림 7】의 경우 수치적인 계산상으로는 진한색으로 표시된 필지 모두가 직사각형 형태로 형상이 추출되나, 현행 이 필지의 형상은 정방형으로

형상이 기재되어 있다.

이렇게 사람이 직접 현장 조사를 통하여 기재하는 경우 민감하게 형상의 차이가 발생하는 필지에 대해서 정확하게 형상을 판정하기는 매우 곤란할 것이다. 이러한 부분 역시, 형상 판정을 자동화하는데 현행 필지 형상과 부합률이 낮아지는 원인으로 작용하고 있다. 따라서, 자동화를 지향한다면, 인간 시각적인 판정의 한계에 기인해 잘못 기재된 형상에 대해서는 향후 단계적인 수정·보완이 요구된다.



【그림 7】 인간 시각적 판정의 한계에 기인된 형상판정 오류

4. 결 론

본 연구에서는 개별공시지가를 자동으로 산정하기 위해서 가장 기반이 되는 토지특성을 자동으로 추출하여 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

토지형상특성의 경우 강남구 전체 필지를 대상으로 할 경우 현행 토지특성 조사 결과와 대략 70%의 부합률을 보인다. 이러한 정확도는 수치상으로 낮을 수 있으나 원시데이터가 가지고 있는 데이터 자체의 오류부분과 현재 데이터는 인간의 시각에 의해 조사·기재되었다는 것을 감안할 경우 실질적인 정확도는 높은 것으로 판단된다. 그리고, 실제 사람에 의해서 정확하게 형상이 판정된다는 것은 한계성이 있을 것이다.

특히, 형상자체가 거의 비슷하여 민감한 구별이 필요한 필지의 경우는 더욱 어려움에 직면할 것이다. 자동추출의 경우 인간의 견해 차이에서 오는 오류를 해소할 수 있어 객관성을 확보할 수 있고, 수만 필지에 대해서 시간이나 경제적인 측면에서 효율적으로 특성을 추출할 수 있을 것이다.

향특성의 경우, 균등하게 8방향을 분류하였을 경우는 현행 향특성과 부합률은 대략 40% 정도이다. 여기서, 사방향 각도의 범위를 넓혀 줄 경우(대략 20~25도) 경우 정확도가 73%정도로 가장 높게 나타났다.

공시지가의 경우 지역적인 특색에 가장 민감하다고 할 수 있고, 현행 공시지가산정 체계를 감안할 경우 일시에 완전자동화는 어려울 것이다. 따라서, 일률적인 기준을 적용하는 것보다는 지역적으로 가장 높게 부합할 수 있는 각도의 범위를 시험(testing)하여 최적의 향특성 판정 범위를 설정해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 건설교통부, 개별공시지가조사·산정지침, 2002
- 박성규, 토지 평가의 자동화를 위한 GIS의 적용에 관한 연구, 조선대학교, 1999
- 안종욱, 개별공시지가의 효율적인 산정을 위한 GIS적용에 관한 연구, 건국대학교, 2000
- Luciano da Fontoura costa, Shape Analysis and Classification, CRC Press, 2000.
- Remco C. Veltkamp, Shape Matching: Similarity Measures and Algorithms, Utrecht University, Netherlands, 2001