

불가시심도분석의 설계 및 구현

이상복¹ · 이승엽^{2*} · 하재명³

Design and Implementation of Invisible Depth Analysis

Sang-Bok LEE¹ · Seung-Yeob LEE^{2*} · Jae-Myung HA³

요 약

본 연구는 개념으로만 정립되었던 불가시심도분석을 프로그래밍 기법을 통하여 도구화 하였다. 분석 알고리즘은 기 개발된 가시권분석 알고리즘인 참조판 방식(reference plane method)을 기본으로 시점과 가까운 곳에는 점대점 방식(point-to-point method)을 복합적으로 사용하였으며, 정밀도를 높이기 위하여 지구곡률반경에 의한 오차와 빛의 굴절에 의한 오차를 반영하여 광역분석을 고려하였다. 이렇게 재구성된 알고리즘을 이용하여 배포 활용이 가능한 ArcToolbox 도구 형태로 개발하여 사용자 편의성과 대중성을 고려하였고, 개발된 분석도구를 활용하여 사례대상지에 적용한 결과 기존의 수작업으로 할 수 없었던 고해상도 광역분석이 가능하였다.

주요어 : 가시권분석, 불가시심도분석, 경관관리, 지리정보시스템

ABSTRACT

The purpose of this paper is design and implement the invisible depth analysis tools. The developed algorithm was basically used reference plan method and to remove first step errors we mix-used point-to-point method. and we consider error due to curvature and refraction for large scale analysis. The final algorithm was developed as ArcToolBox tools, which can be considered convenient and public use as well; as result it reduced experimental errors as compared with conventional method and makes possible high resolution analysis for large scale site.

KEYWORDS : *Viewshed, Invisible Depth Analysis, Landscape Management, GIS(geographic information system)*

2009년 7월 26일 접수 Received on July 26, 2009 / 2009년 9월 8일 수정 Revised on September 8, 2009 / 2009년 9월 16일 심사완료 Accepted on September 16, 2009

1 경북대학교 건축공학과 박사과정 Dept. of Architectural Engineering, kyungpook National University

2 경주대학교 건축학부 조교수 School of Architecture, Gyeongju University

3 경북대학교 건축공학과 교수 Dept. of Architectural Engineering, kyungpook National University

* 연락처 E-Mail : sylee@gu.ac.kr

서론

불가시심도분석은 수치화된 지형정보(DTM : Digital Terrain Model)를 바탕으로 관측 시점과 측정지점 사이의 장애물에 의해 형성되는 시준선에서 측정지점의 지표까지 깊이를 계산하는 분석이다(그림 1).

이는 주요 조망점에서 경관을 보았을 때 지형에 가려 보이지 않는 지역의 깊이를 의미하는 것으로 경관저해요소로 판단되는 인공구조물의 건축 가능 높이를 결정하거나, 비가시영역에 세워진 단파 안테나의 높이를 정할 때, 그리고 군사적인 목적으로 은폐, 엄폐된 주둔지를 정할 때 등 다양한 분야에서 사용되어 질 수 있다.

이러한 불가시심도에 관한 개념은 히구치(Higuchi)의 1983년 저서 「The visual and spatial structure of landscape」에서 처음으로 언급되었다. 그는 경관의 시각적 공간적 구조를 연구하면서 불가시심도에 관한 개념을 소개하였는데, 이 개념은 그가 처음 정의 하였던 기보다는 이전부터 관념적으로 사용되던 것을 새로이 정리한 것으로 보인다.

그 후 이승빈 등(1994)은 도시 스카이라인 보존 관리 기법에 관한 연구를 통하여 남산스카이라인의 최저 보존 높이를 설정하여 이에 대한 양각선과 지표면과의 높이차로 건축가능 높이를 정하는 연구를 하였고, 최기만 등(1997)은 GIS를 이용한 가시권정보 분석기법에 관한

연구에서 비가시지역의 깊이라는 용어로 제주 산방산 지역의 주요 도로에서 시야를 방해하지 않는 건물 규제 높이에 관한 연구를 하였다. 또 조동범(2001)은 지형경관평가에 있어 스카이라인과 불가시심도의 경관정보화 연구를 통하여 불가시심도의 산식을 제시한 바 있으며, 연구의 한계로 특정 지점의 불가시심도를 계산하여 전체적 공간 분포로 가시화하여 나타내는 등 정량화의 구체적 과정을 과제로 남기고 있는 등 다수의 연구들이 있다.

그러나 이러한 연구들에도 불구하고, 기존 GIS 프로그램이나 연구목적의 응용프로그램으로도 불가시심도분석 도구의 개발은 이루어지지 않고 있다. 이는 활용적 측면에서 이용도가 낮아서일 수도 있으나, 도구가 개발되지 않음으로써 사용할 수 없었던 점도 있다. 이는 개념적으로 정립되었으나, 프로그래밍 기술 한계에 의해 사장되어온 많은 개념들과 같다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 기술적 한계를 극복하여 불가시심도분석 도구를 사용자정의(customization)를 통하여 구현하고, 분석 결과를 평가함으로써 불가시심도분석의 유용성 판단하고자 한다.

불가시심도

1. 기존 분석방법

불가시심도는 앞서서도 언급한 바와 같이 조망점에서 보았을 때 지형에 가려 보이지 않

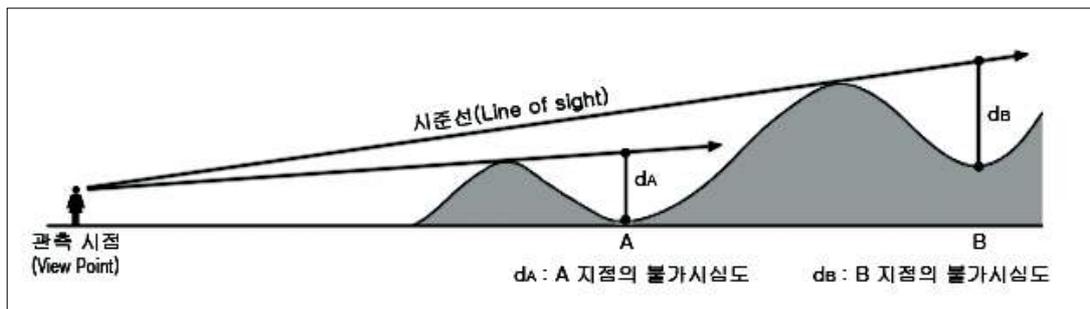


FIGURE 1. 불가시심도분석의 개념

는 지역의 깊이를 의미하며, 지형 단면의 작도를 통하여 그림 2와 같이 수작업이 가능하다. 그림 2는 경관 관련 현업 종사자들이 사용하는 수작업 과정을 보여 주는 것으로 (a)에서 대상지의 등고선이 있는 지도 위에 적당한 해상도의 격자를 긋고, 조망점(V.P)에서 구하고자 하는 목표점(T.P) 사이에 선을 긋는다. (b)에서 조망점과 목표점 사이의 등고선 높이에 따라 수선을 긋고 지형 단면과 LOS(Line of Sight)를 작도한다. 이렇게 작도된 지형단면과 LOS 사이의 깊이를 측정하여 불가시심도를 구할 수 있다. (c)는 (a)(b)과정을 반복하여 모든 격자점의 불가시심도를 측정하고, 각 값에 대응하는 채색을 통하여 시각화를 하고 있다.

이러한 수작업에 의한 불가시심도분석은 많은 시간과 노력이 필요하며, 또한 격자간격을 작도 가능 범위 이내로만 정할 수 있어 정확도가 떨어지는 문제점을 안고 있다. 이러한 이유로 현업에서는 모든 격자점에 대하여 분석하지 않고 일부지역에 한하여 분석하거나, 분석을 포기하는 경우도 있다.

따라서 프로그래밍을 통한 분석의 자동화가 절실히 요구되고 있다. 이는 신속 정확한 분석 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 사용의 용이성으로 인하여 활용범위를 더욱 넓힐 수 있을 것으로 예상된다.

2. 불가시심도의 산식

프로그래밍에 의한 불가시심도의 계산을 하려면 논리적인 산식이 필요한데, 이러한 산식은 이미 조동범(2001)에 의해 제시된 바가 있다. 그의 산식(그림 3)에 따르면, 조망점 Pv와 지형장애물 Pb에 의해 형성되는 LOS(Line of Sight)의 목표점 Pt 좌표에 해당되는 높이와 Pt의 표고의 차 즉 Hta + Htb가 불가시심도로 계산되는데, 이 때 Hta는 조망점과 장애물과 이루는 LOS 각의 비례식에 의해 (시선높이에서의 장애물 높이(Hb)) × (조망점에서 목표점까지의 거리) ÷ (조망점에서 시각장애물까지의 거리) 로 해석이 가능하고, Htb는 조망점의 표고, 관측자의 눈높이, 목표점 표고의 산술 연산에 의해 구해진다.

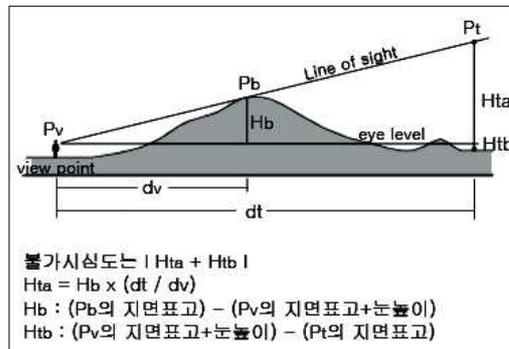


FIGURE 3. 불가시심도 계산식(조동범, 2001)

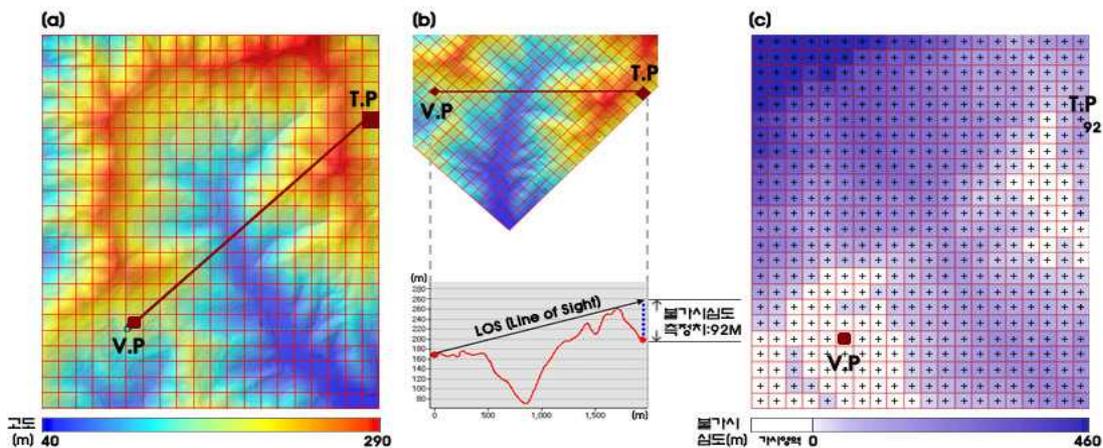


FIGURE 2. 수작업을 통한 불가시심도 계산 과정

이러한 산식은 기본적으로 LOS(Line of Sight)에 의해 계산된다는 점에서 가시권분석의 산식과 유사하다. 그림 4 가시권분석의 산식에서 보는 바와 같이 가시권분석의 해석은 LOS의 높이가 목표점 표고보다 높을 때 비가시영역으로 판단(예 Pt1)하고, LOS 높이가 목표점 표고보다 낮으면 가시영역으로 판단(예 Pt2)하며, 이 때의 목표점 Pt는 새로운 LOS의 시각장애물 Pb의 역할을 하는 것으로 해석한다.

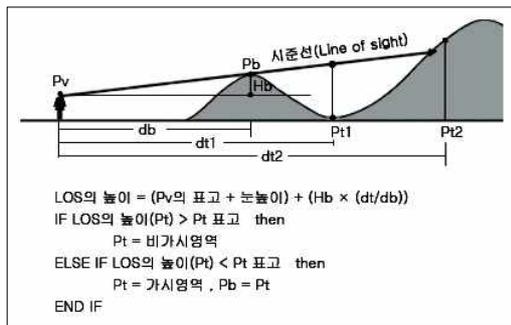


FIGURE 4. 가시권분석의 해석

이는 불가시심도분석의 알고리즘이 가시권분석의 알고리즘과 동일함을 의미하고, 가시권분석의 알고리즘은 이미 연구되어 발표된 것들이 다수 있다. 본 연구는 불가시심도분석 구현 알고리즘을 기존의 가시권분석 알고리즘을 차용하였다.

3. 지구곡률반경에 의한 오차 보정

상기와 같은 산식에 의해 불가시심도분석을 함에 있어 고려해야 할 몇 가지가 더 있는데, 그 중하나가 지구가 둥글다는 것이다. 지구곡률에 의한 오차는 구차라고도 하며, 지구수평선과 수준선이 지구의 곡률에 의해 생기는 높이의 차이를 말한다.

지구곡률반경에 의한 오차는 식(1)과 같이 계산되어 질 수 있다.

$$\Delta h1 = \frac{S^2}{(2 \times R)} \quad (1)$$

[Δh1:구차, S: 두 측정점 간 거리, R:지구반경]

오차의 보정은 기본 산식에 의해 구해진 계산에서 오차를 빼어 보정한다.

4. 빛의 굴절에 의한 오차 보정

지구가 둥글기 때문에 생기는 또 하나의 오차는 대기에 의한 빛의 굴절 오차이다. 이는 지표면에서 수평으로 그은 수준선이 지구와 멀어져 최종적으로는 우주로 뻗어 가게 되는데, 이 때 수준선은 밀도 변화가 있는 대기층을 거치면서 굴절하게 된다. 이를 대기에 의한 빛의 굴절 오차 혹은 기차라고도 하며, 식(2)와 같이 계산되어 질 수 있다.

$$\Delta h2 = -K \frac{S^2}{(2 \times R)} \quad (2)$$

[Δh2:기차, K:굴절계수(0.12-0.14), S:두 측정점간의 거리, R:지구반경]

이 때 굴절계수 K는 지역에 따라 달리 적용하는데, 우리나라의 경우 0.14(유복모, 2004)를 주로 사용한다.

이러한 지구곡률반경에 의한 오차나 빛의 굴절에 의한 오차에 대한 보정은 두 측정점간의 거리 S의 제곱에 비례하므로, 분석 대상지의 영역이 넓지 않을 때는 무시할 수 있으나, 대상지가 넓을 경우 반드시 고려해 주어야 한다.

알고리즘 설계

가시권분석(viewshed) 알고리즘은 점대점 방식(point-to-point method, Huss and Pumar, 1997), 벡터분석 방식(vector-analysis method, Sorensen and Lanter, 1993), 참조판 방식(reference plane method, Wang 등, 2000) 등의 방법이 이미 정립되어 있고, 그 특징을 살펴보면 표 1과 같다.

기 정립된 가시권분석의 알고리즘들을 살펴보면 각각 연산시간과 정확도에 있어서 장단점이 존재하고 있다. 다음은 대표적인 알고리즘 중 점대점 알고리즘과 참조판 알고리즘에 대하여 기술하였다.

TABLE 1. 기 정립된 가시권분석 알고리즘 분석(이상복 등, 2009)

| | 점대점 방식 | 벡터분석 방식 | 참조판 방식 |
|-------|---|---|---|
| 구현 방법 | 시점과 조망대 상점 사이의 모든 점을 대상으로 연산하여 결과값을 얻음. | 시점과 조망대 상점 사이의 벡터 상점 이전의 셀에 대하여 연산 한 후 그 사이값은 저장된 값으로 대용함 | 시점과 조망대 상점 사이의 벡터 상점 이전의 셀 (cell)들에 대하여 연산하여 결과값을 얻음. 저장된 값으로 형성하여 계산 대용함 |
| 연산 시간 | $O(n^3)$ | $O(n^2 \log n)$ | $O(n^2)$ |
| 정확도 | ◎ | ○ | ○ |
| 특성 | 모든 대상점에서 결과값을 신뢰할 수 있으나 연산해야할 셀의 수가 많아짐에 따라 연산시간이 매우 오래 걸림. | 모든 대상점에서 결과값을 신뢰할 수 있으나 셀의 수가 많아짐에 따라 연산시간이 매우 오래 걸림. | 연산속도가 빠르고, 대체로 신뢰할 수 있는 결과값을 신뢰할 수 있으나, 셀의 수가 많아짐에 따라 연산시간이 매우 오래 걸림. 적절 수 있음 |

1. 점대점 알고리즘

점대점 알고리즘은 그림 5와 같이 시점(VP)에서 목표점(TP)까지 교차하는 모든 점(그림 상에서 1~8까지의 점)에 대하여 LOS를 계산하고 이를 기준으로 불가시심도를 구하는 방식이다. 이 방식은 (b)와 같이 선형보간법을 이용하여 정확도를 더욱 높일 수 있다.

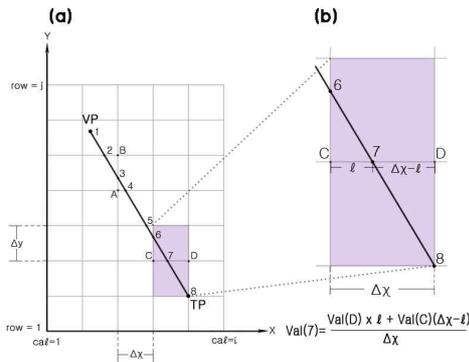


FIGURE 5. 점대점 알고리즘과 선형 보간법

이러한 점대점 알고리즘은 그 수행결과 값을 매우 신뢰할 수 있는 장점이 있으나, 시점과 목표점 사이의 모든 격자점에 대하여 계산을 반복 수행하기 때문에 대상지 면적이 넓을 경우 연산시간이 매우 길다는 단점을 가지고 있다.

2. 참조판 알고리즘

참조판 알고리즘은 그림 6에서 보는 바와 같이 시점 S와 참조점 $r_{m-1,n+1}$, $r_{m,n+1}$ 의 3점이 이루는 평면이 측정대상 지형높이 $d_{m,n}$ 과의 관계가 (a)와 같이 참조판의 높이가 더 높으면 비가시 영역이 되고, 그 차이값이 불가시심도가 된다. 또 (b)와 같이 지형 높이가 더 크면 가시영역으로 판단하고, 지형높이 $d_{m,n}$ 을 참조값 $r_{m,n}$ 의 값으로 저장하여 다음 대상점의 참조값으로 사용 되는 알고리즘으로 연산값은 대체로 신뢰할 수 있고, 속도 또한 비교적 빠른 편이다. 그러나 연산 결과를 다음점의 참조값으로 사용하므로 시점과 가까운 점의 초기 오류가 누적될 가능성 있다.

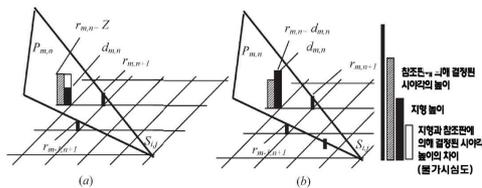


FIGURE 6. 참조판 방식(reference plane method)의 개념도(Huanping 등, 2007)

참조판 알고리즘의 구현을 위해서는 평면 방정식의 해가 필요한데, 평면의 방정식은 다음과 같고,

$$Ax + By + Cz + D = 0 \quad (\text{평면의 방정식})$$

방정식의 해를 풀기 위해서는 평면의 구성하는 3개의 좌표점이 필요한데, 참조판을 구성

하는 3개의 점 즉 참조점 2개점과 조망점의 좌표를 (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) 로 설정한다면 평면의 방정식 계수 A, B, C, D 는 다음과 같이 행렬로 풀이 될 수 있다.

$$A = \begin{vmatrix} 1 & y_1 & z_1 \\ 1 & y_2 & z_2 \\ 1 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} \quad B = \begin{vmatrix} x_1 & 1 & z_1 \\ x_2 & 1 & z_2 \\ x_3 & 1 & z_3 \end{vmatrix}$$

$$C = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} \quad D = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix}$$

이 행렬을 풀이하면 다음과 같고,

$$A = y_1(z_2 - z_3) + y_2(z_3 - z_1) + y_3(z_1 - z_2)$$

$$B = z_1(x_2 - x_3) + z_2(x_3 - x_1) + z_3(x_1 - x_2)$$

$$C = x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)$$

$$-D = x_1(y_2z_3 - y_3z_2) + x_2(y_3z_1 - y_1z_3) + x_3(y_1z_2 - y_2z_1)$$

이는 구하고자하는 목표점의 x 와 y 좌표를 알 수 있다면, 다음 식에 의해 참조판의 높이를 구할 수 있다.

$$z = -\frac{Ax + By + D}{C} \quad (\text{참조판의 높이})$$

이러한 과정을 VB(Visual Basic) 소스로 풀이한 것이 그림 7이다.

3. 알고리즘의 선택 및 적용

이상에서 살펴본 바와 같이 연산속도와 정

확도를 모두 만족하는 알고리즘을 찾기는 힘들었다. 따라서 본 연구에서는 연산속도를 고려하여 참조판 방식(reference plane method)을 기본으로 시점과 가까운 곳은 점대점 방식(point-to-point method)을 복합적으로 사용하였다.(그림 8 참조)

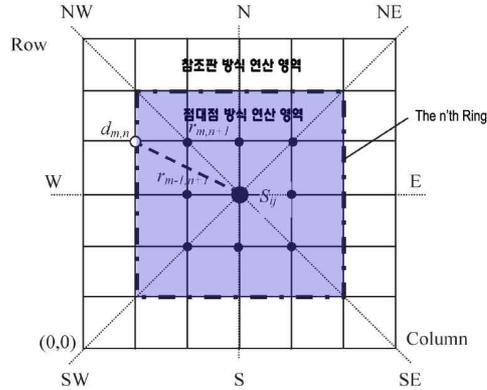


FIGURE 8. 참조판방식과 점대점 방식의 혼합 알고리즘

ArcObject를 이용한 불가시심도분석 구현

주어진 알고리즘을 이용하여 새로운 프로그램을 개발하는 일은 매우 복잡하고 어려운 일이다. 이에 본 연구는 주요부만 프로그래밍하고, 사용자 인터페이스와 데이터 포맷은 ESRI® ArcObject™ 제품을 이용하는 방식으로 사용자정의(customization)하였으며, 사용자 편

```

'평면의 방정식의 해
dRPlaneConstA, dRPlaneConstB, dRPlaneConstC, dRPlaneConstD : 평면방정식의 계수 A,B,C,-D
iRP01X, iRP01Y, dRP01Z : 참조점 01의 X,Y,Z 좌표
iRP02X, iRP02Y, dRP02Z : 참조점 02의 X,Y,Z 좌표
dOPX, dOPY, dOPHeight : 시점(조망점)의 X,Y,Z 좌표
iCol, iRow : 목표점의 X,Y 좌표
dRPlaneHeight : 목표점 X,Y 좌표에 대응하는 참조판의 높이

dRPlaneConstA = iRP01Y * (dRP02Z - dOPHeight) + iRP02Y * (dOPHeight - dRP01Z) + dOPY * (dRP01Z - dRP02Z)
dRPlaneConstB = dRP01Z * (iRP02X - dOPX) + dRP02Z * (dOPX - iRP01X) + dOPHeight * (iRP01X - iRP02X)
dRPlaneConstC = iRP01X * (iRP02Y - dOPY) + iRP02X * (dOPY - iRP01Y) + dOPX * (iRP01Y - iRP02Y)
dRPlaneConstD = iRP01X * (iRP02Y * dOPHeight - dOPY * dRP02Z) + iRP02X * (dOPY * dRP01Z - iRP01Y * dOPHeight) + _
dOPX * (iRP01Y * dRP02Z - iRP02Y * dRP01Z)

dRPlaneHeight = (dRPlaneConstD - dRPlaneConstA * iCol - dRPlaneConstB * iRow) / dRPlaneConstC
    
```

FIGURE 7. VB6.0으로 풀이한 평면 방정식과 참조판의 높이

의와 대중성을 고려하여 ArcToolbox의 도구 형태로 구현하였다.

ArcGIS™는 Geoprocessing 사용자정의 도구를 4 가지 형태로 제공하는데 그림 9의 Geoprocessing Tool 관계도에서 보는 바와 같이 제품 내에서 사용자정의 버튼 등을 직접 구현하는 GPModelTool, 스크립트 언어로 간단한 명령을 수행할 수 있는 GPScriptTool, 3rd Party에서 주로 사용하는 확장팩(Extension) 형태로 구현하여 배포할 수 있는 GPCustomTool, 그리고 ArcToolbox의 사용자 정의도구 제작에 사용되는 GPFunctionTool이 있다. 이 중 본 연구에서는 사용자 배포가 쉽고, ArcObject를 이용한 사용자정의 범위가 넓은 GPFunctionTool을 사용하였다.

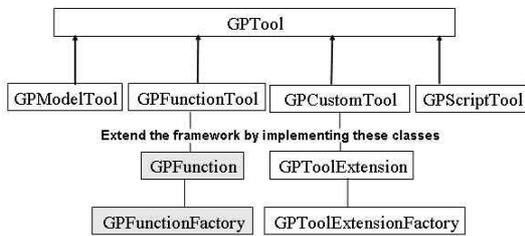


FIGURE 9. Geoprocessing Tool 관계도

GPFunctionTool은 기본적으로 GPFunction 객체와 GPFunctionFactory 객체에 의해 구현되어지는데, GPFunctionFactory는 GPFunction들을 담은 컨테이너 역할을 하는 객체이며, GPFunction은 구현하고자 하는 각각의 기능들을 구현할 수 있는 객체이다.

각 인터페이스의 구현 프로그래밍 언어는 VB6.0(Visual Basic 6.0)을 사용하였고, 결과물은 DLL(dynamic link library)의 형태로 만들어지며, ArcGIS™의 ArcToolbox에 등록 실행할 수 있다.

그림 10은 구현한 불가시성도분석 DLL을 등록하는 절차를 보여준다. (a)는 Category Manager에 의해 DLL을 GPFunctionFactory에 등록시키고 있고, (b)에서는 ArcToolbox에서 등록된 도구들을 추가시키고 있으며, (c)에서는 ArcToolbox에 등록된 도구들을 보여주고 있다.

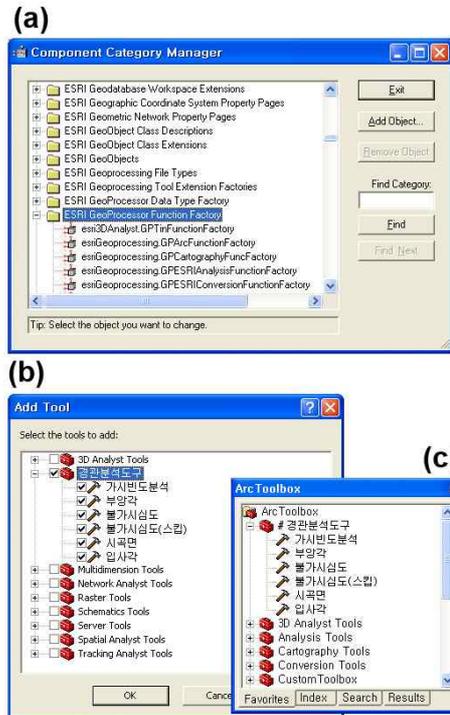


FIGURE 10. GPFunctionTool의 등록 절차

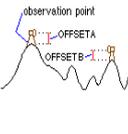
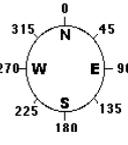
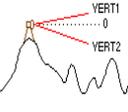
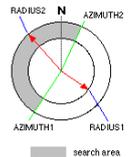
1. 입출력 데이터

불가시성도분석을 위한 입력으로는 조망점 데이터와 지형데이터가 있다.

조망점 데이터는 ESRI® SHAPEFILE을 사용하였다. 조망점 데이터에 포함되어야 할 정보로는 조망점 좌표정보와 좌표체계가 있으며, 추가적으로 표 2와 같이 관측자시점 높이와 조망대상 높이, 관측시작방위각과 관측종료방위각, 관측수직각, 관측반경을, 속성자료로 입력하는 ArcGIS™의 viewshed 분석 방식을 차용하였다. 이는 SHAPEFILE의 테이블의 형태로 입력되며, 해당 필드의 자료가 없을 시에는 기본 값으로 처리토록 하였다.

지형데이터는 GRID 포맷을 사용하여, IWorkspaceFactory, IRasterWorkspace를 구현하여 OpenRasterDataset(in Name:String) 메소드에 의해 Raster Dataset으로 읽어 들였다.

TABLE 2. 관측자 시점 선택사항

| 선택항목 | 개념도 | 선택사항 이름 | 기본값 |
|---------------------------------|---|-------------|----------|
| 관측자 시점 높이 및 조망대상 높이 |  | OFFSETA : | OFFSETA |
| | | 관측자시점 높이 : | 0 |
| | | OFFSETB : | OFFSETB |
| | | 조망대상 높이 : | 0 |
| 관측 방위각 |  | AZIMUTH1 : | AZIMUTH1 |
| | | 관측 시작각 : | 0 |
| | | AZIMUTH2 : | AZIMUTH2 |
| | | 관측 종료각 : | 360 |
| 관측 수직각 |  | VERT1 : | VERT1 |
| | | 관측 수직각(상) : | 90 |
| | | VERT2 : | VERT2 |
| | | 관측 수직각(하) : | -90 |
| 관측 반경 |  | RADIUS1 : | RADIUS1 |
| | | 관측 시작 반경 : | 1 |
| | | RADIUS2 : | RADIUS2 |
| | | 관측 종료 반경 : | infinity |

출력데이터 또한 GRID 포맷을 사용하였고, IRasterBandCollection, IRasterBand, IRawPixels 를 구현하여 Read(in tlc:IPnt, in pxls:IPixelBlock) 과 Write(in tlc:IPnt, in pxls:IPixelBlock) 메소드에 의해 개별 셀(cell)을 제어하였다.

다만 PixelBlock의 영역범위가 7000×7000 셀(cell) 이상을 지원하지 않아, 모든 영역을 분석하기 위해서는 섹터(sector)별 프로그래밍을 하여야 했으나, 해상도 1m×1m 의 경우 7km×7km를, 해상도 5m×5m 의 경우 35km×35km의 비교적 넓은 영역을 분석할 수 있어 별도의 섹터(sector)화 프로그래밍은 하지 않았다.

2. 사용자 인터페이스



FIGURE 11. 불가시심도분석의 인터페이스

그림 11은 구현한 불가시심도분석의 사용자 인터페이스로, ①의 지형자료와 분석결과인 ESRI® GRID 포맷을 사용하였고, 조망대상점인 관측자시점 자료는 ESRI® SHAPEFILE 포맷을 사용하였다.

②는 지구의 곡률에 의한 오차 즉 수평선과 수직선이 지구의 곡률에 의해 생기는 높이의 차이를 보정하기 위한 선택사항이고, ③은 대기층의 밀도차이로 발생하는 굴절률 변화에 따라 빛이 굴절하는 오차를 보정하기 위한 선택사항이다.

④의 점대점 알고리즘의 적용 Ring의 수는 알고리즘의 선정에서 언급한 바와 같이 참조점 알고리즘의 단점을 보완하기 위하여 시점과 가까운 측정점에는 점대점 알고리즘을 사용하였는데, 그 수를 얼마로 할 것인가를 정하는 입력란이다.

3. 적용 결과

적용 대상지는 부석사 주변 약 10km 반경으로 정하였다. 부석사는 오랜 역사성을 지녔을 뿐만 아니라 경내에서 외부로의 빼어난 경관자원으로도 유명하다. 이러한 경관자원은 보존해야할 귀중한 자원인 동시에, 지역 개발사업의 대상이 되는 지역자원으로, 보존과 개발이 대립되는 상황 속에서 무분별한 개발에 노출되어 있는 실정이다(김중하, 2008).

따라서 전통경관의 보존과 합리적 지역개발을 이루려면 개발가능한 지역과 규제가 필요한 지역을 규정하는 경관관리가 필요하며, 불가시심도분석은 이러한 경관관리의 정량적인 기초자료로써 의미가 있다.

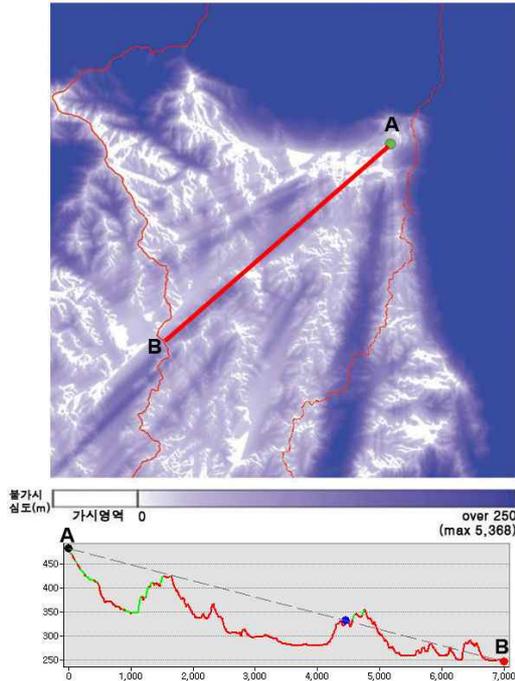


FIGURE 12. 부석사 주변 불가시심도분석

그림 12는 불가시심도분석 결과이다. 조망점은 무량수전 앞마당 안양루 옆에 잡았고, 시선의 높이는 1.6m, 분석 시작반경을 20m (RADIUS1=20)로 설정하였으며, 해상도는 5m×5m로 설정하여 고해상도로 분석하였다. 또 결과값이 0m에서 5,368m로 범위값이 매우 넓어 250m 내에서 그 이상의 값은 동일값으로 처리하여 가시도를 높였다.

분석결과 가시권분석의 결과뿐만 아니라 부석사에서 바라보았을 때 보이지 않는 깊이 즉 불가시심도를 정확히 측정할 수 있음을 확인하였다. 이는 부석사에서 바라보았을 때 경관저해요소로 판단되어지는 건축물의 높이 제한 자료 즉 경관관리에 활용될 수 있음을 확인 하였다.

결론

불가시심도는 주요 조망점에서 경관을 보았을 때 지형에 가려 보이지 않는 지역의 깊이를 의미하는 것으로 경관관리 혹은 시각적 깊이와 관련된 산업분야, 위장술과 관련된 군사분야 등 많은 곳에 사용될 수 있음에도 불구하고 제공되는 상용프로그램이 없어 그 활용이 미미했던 것이 사실이다.

본 연구에서는 이렇게 개념으로만 정립되었던 불가시심도분석을 프로그래밍 기법을 통하여 도구화 하였다.

분석도구에 사용된 알고리즘은 기 개발된 알고리즘 중 점대점 방식과 참조판 방식을 사용하였다. 점대점 방식은 정확도는 신뢰할 수 있으나 분석영역이 넓을 경우 연산시간이 매우 길어지는 단점이 있고, 참조판 방식은 연산시간이 짧은 반면 연산결과를 다음 연산의 참조값으로 사용하므로 초기 오류가 누적될 가능성이 있는 단점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 연산속도를 고려하여 참조판 방식(reference plane method)을 기본으로 시점과 가까운 곳은 점대점 방식(point-to-point method)을 복합적으로 사용하여, 초기 오류 가능성을 배제할 수 있었다.

또한 광역분석을 위하여 지구곡률반경에 의한 오차와 빛의 굴절 오차를 보정하여 측량학에서 평면으로 간주하는 11km 이상의 범위에 대하여 분석 가능하도록 고려하였다.

이렇게 재구성된 알고리즘을 이용하여 배포 활용이 가능한 ArcToolbox 도구 형태로 개발하였고, 사용의 편의성과 대중성을 고려하였다.

이를 대상지에 적용한 결과 기존의 수작업으로 할 수 없었던 고해상도 광역분석이 가능하였으며, 건축물 높이 제한 등의 경관관리에 활용 가능성을 확인할 수 있었다.

다만 불가시심도분석의 활용도를 높이기 위한 다양한 활용 방안이 요구되어지며, 이는 차후 연구의 계기가 되었으면 한다. **KAGIS**

참고 문헌

- 김성운, 김찬호. 2008. 높이규제를 위한 시곡면분석 적용방안에 관한 연구. 국토계획 43(3):71-80.
- 김영훈, 조명희. 2003. 시설물 접근성 분석을 위한 GIS의 3차원 시각화 기법 적용. 한국지리정보학회 6(3):21-32.
- 김중하. 2008. 부석사 주변의 전통경관 보전을 위한 경관규제도 작성에 관한 연구. 대한건축학회논문집 24(4):189-197.
- 이동현, 백태경. 2007. 경관시물레이션을 통한 건축물 높이관리에 관한 연구. 한국지리정보학회지 10(4):132-141.
- 이상복, 이승엽, 하재명. 2009. 조망점 선정에 관한 가시심도분석에 관한 연구. 대한건축학회논문집 25(8):293-300.
- 임승빈, 박창석, 김성준. 1994. 도시 스카이라인 보존관리 기법에 관한 연구(II). 한국조경학회지 22(3):3105-3120.
- 조동범. 2001. 지형경관평가에 있어 스카이라인과 불가시심도의 경관정보화 연구. 국토계획 36(7):127-139.
- 최기만, 이춘석, 임승빈. 1997. GIS를 이용한 가시권정보 분석기법에 관한 연구. 한국조경학회지 25(2):2031-2042.
- ESRI. 2001. Exploring ArcObjectsTM. ESRI Press.
- Franklin, W.R. 2002. Siting observers on terrain. Symposium on Geospatial Theory Processing and Applications Ottawa.
- Higuchi, T. 1983. The visual and spatial structure of landscapes. the MIT press.
- Huanping, W., P. Mao, Y. Lingqing and L. Bing. 2007. A partition-based serial algorithm for generating viewshed on massive DEMs. International Journal of Geographical Information Science 12(9):955-964.
- Huss, R.E. and M.A. Pumar. 1997. Effect of database errors on intervisibility estimation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 63(4):415-424.
- Llobera, M. 2003. Extending GIS-based visual analysis : the concept of visualsapes. International Journal Geographic Information Science 17(1):25-48.
- Ray, C.K. 1994. Representing Visibility for Siting Problems. PhD thesis Electrical Computer and Systems Engineering Dept. Rensselaer Polytechnic Institute.
- Sorensen, P.A and D.P. Lanter. 1993. Two algorithms for determining partial visibility and reducing data structure induced error in viewshed analysis. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 59(7):1149-1160.
- Wang, J., G.J. Robinson and K. White. 2000. Generating viewsheds without using sightlines. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 66(1):87-90. KAGIS