

교량 위치 탐색을 위한 GIS 기법 연구

A Study on the GIS Technique for Searching for Location of Bridges

김진만* · 서원만** · 서기훈***

Kim, Jin Man · Seo, Won Man · Seo, Gi Hun

1. 서론

본 논문에서는 지능형 도로 통합설계 프로그램 동작과정에서 생성되는 도로선형을 적용하여 수치지도상의 교량위치와 지장물의 위치를 효율적으로 탐색하기 위하여 데이터 필터링을 이용하는 압축 공간 분석 기법이 연구되었다.

기존의 벡터로 구성된 지장물들을 이용하여 수치지도상에서 교량위치를 탐색하였을 때, 탐색지역이 넓어질 경우 발생하는 데이터가 기하급수적으로 늘어나고, 이로 인해 처리 속도 저하와 시스템 불안정이 야기되었다. 수치지도상의 데이터 범위는 1m인 벡터 데이터(지장물)가 사용되는데 이 범위를 1m보다 크게 평가하는 그리드 분석을 통하여 데이터를 줄일 수 있다. 분석된 결과인 지장물 그리드와 도로 선형이 교차되는 범위인 그리드들의 집합은 교량의 위치를 판단할 수 있는 첫 번째 데이터가 된다. 이 교차된 그리드 데이터는 각각의 그리드가 어느 레이어(지장물) 명칭인지는 알 수 있지만, 분산된 그리드형태이기 때문에 각각의 그리드는 어떤 지장물(객체)로부터 나온 그리드인지는 구분할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 각각 독립 객체로 인식될 수 있도록 각 그리드에 같은 객체에 속해있는 해당 이름을 부여하는 레이블링 기법이 사용되었다.

2. 그리드 분석

지리정보의 공간구성을 표현하는 자료구조에는 기본적으로 라스터 자료구조와 벡터 자료구조가 사용되어 있는데, 벡터 모델에서 수치지도상의 좌표는 이들의 경계를 정의하는 포인트(Point)와 선(Line)으로 구성되고, 각 지장물들의 위치는 지도에서 좌표체계에 의해 정의되며 지도 내에서 각 위치는 동일한 좌표체계를 유지한다. 라스터 모델에서의 공간은 픽셀(Pixel) 또는 셀(Cell)로 균등하게 분할하여 구성되고, 지장물이나 좌표의 위치는 그 지장물이나 좌표가 존재하는 픽셀, 셀의 행렬로 정의된다. 본 연구에서 사용된 자료구조는 라스터 모델 방식으로 각 셀이 표현하는 영역은 공간 해상력을 의미하며, 이 영역의 위치가 행렬의 수로 표현되기 때문에 지장물의 위치는 가장 가까운 셀에 기록된다. 즉 공간을 10×10m로 분할하게 되면 지장물의 위치는 10×10m에서 가장 가까운 셀에 저장된다는 것이다.

라스터 자료구조에서의 그리드 분석에서는 각 셀의 크기와 형태를 결정하는 과정이 중요한 의미를 지닌다. 셀의 크기를 작게 설정한 경우, 대상 지장물은 보다 정확하게 표현 될 수 있으나 데이터양은 기하급수적으로 증가하게 되어, 자료의 저장과 처리 효율을 감소시키게 된다. 반대로 셀의 크기를 지나치게 크게 하면, 데이터양이 적어져 저장과 처리효율은 증가하나, 대상체의 정보를 잃어버릴 위험이 커지게 된다. 따라서 셀의 크기는 최소지도단위와 컴퓨터의 저장능력, 자료처리의 효율성 등을 동시에 고려하여 결정되어야 한다. 예컨대 셀의 크기를 10×10m로 분할하여 기존 지장물들을 그리드 분석하게 되면, 셀의 크기를 1×1m로 분할했을 때보다 최대 1/100의 데이터양을 줄일 수 있고, 100×100m로 분할하여 그리드 분석을 하면, 최대 1/10000의 데이터양을 줄일 수 있다.

본 논문에서는 기본 셀 크기를 10×10m로 설정하였고, 그리드 분석할 때 수치지도상의 점, 선, 폴리선

* 평화데이터시스템 연구원(E-mail : kjmcom7572@korea.com)

** 평화데이터시스템 과장(E-mail : wmseo@hotmail.com)

*** 평화데이터시스템 사장(E-mail : khseo@dreamwiz.com)

(Polyline), 폴리곤(Polygon) 등으로 분류하며 경계선과 폴리곤의 내외부를 구분하여 내부는 그리드로 채우는 방법으로 분석하였다. 그림 1과 그림 2는 각각 폴리선과 폴리곤을 그리드 분석한 것의 예이다.

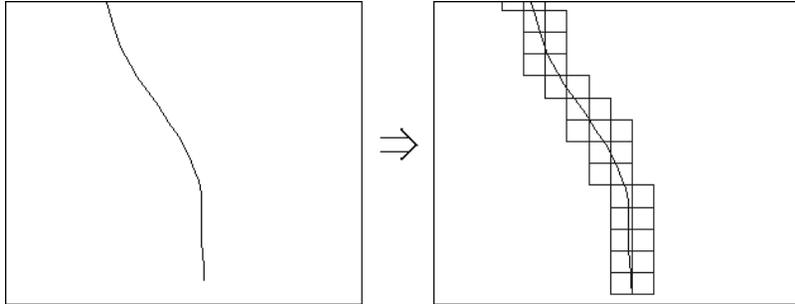


그림 1. 그리드 분석(폴리선)

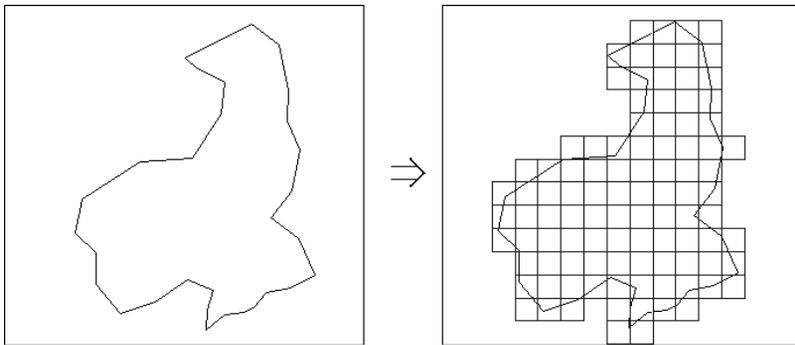


그림 2. 그리드 분석(폴리곤)

이와 같은 과정으로 그리드 분석된 도로선형과 지장물과의 교차부분(VCP)을 획득하게 되고 교차부분에 교량의 위치가 정해지게 된다. 즉, 교차된 그리드는 도로 선형의 그리드 위치와 지장물의 그리드 위치가 동일한 부분이다. 이 교차된 그리드는 어느 레이어에 속해있는 그리드인지는 확인이 가능하나 그 레이어에 속해있는 모든 지장물들 중에서 어느 특정 지장물에서의 교차된 그리드인지는 알 수가 없다. 그렇기 때문에 교차된 그리드들이 어느 특정 지장물(객체)에서 나온 그리드인지 인식할 수 있도록 레이블링 기법을 사용했다.

3. 레이블링 기법

하나의 객체(지장물 등)는 한 개 이상의 인접한 셀들로 이루어진다. 하나의 도로선형에 지장물들간의 교차점에 해당하는 객체는 다수가 존재할 수 있고, 동일 객체에 속한 모든 셀들에 고유한 번호를 매기는 작업을 레이블링이라고 한다.

이번 연구에 사용된 레이블링 기법은 1966년 A. Rosenfeld가 발표한 논문에서 제안된 방법으로 등가 테이블을 만들면서 모든 교차점 셀들을 두 번 스캔함으로써 레이블링을 수행한다. 이번 연구에 사용한 스캔은 분석된 그리드 중에서 도로선형과 지장물들간의 교차된 셀들을 차례대로 모두 방문하는 것을 의미한다. 레이블링 기법의 첫 번째 스캔에서는 교차된 셀들을 저장된 순서대로 방문하면서 객체에 해당하는 셀인 경우 레이블을 지정한다. 이때, 객체에 해당하는 셀의 이웃 셀 중 이미 스캔이 된 세 개의 이웃 셀의 레이블 정보를 검사하여 해당 셀의 레이블을 지정한다. 이미 스캔이 된 세 개의 이웃 셀의 레이블은 네 가지 경우로 분류할 수 있다.

첫째로, 세 개의 이웃 셀에 레이블이 존재하지 않은 경우는 새로운 레이블을 지정하고, 자기 자신의 레이블을 가리키는 새 등가 테이블 항목을 생성한다. 둘째로, 세 개의 이웃 셀 중 하나에만 레이블이 존재하는 경우는 이웃 셀과 동일한 레이블을 지정한다. 셋째로, 세 개의 이웃 셀 모두에 레이블이 존재하며, 서로 동일

한 레이블인 경우는 이웃 셀과 동일한 레이블을 지정한다. 넷째로, 세 개의 이웃 셀 모두에 레이블이 존재하며, 서로 다른 레이블인 경우는 세 개의 레이블 중 가장 작은 번호의 레이블을 지정하고, 세 개의 레이블 중 큰 두 개의 번호의 레이블이 작은 번호의 레이블을 가리키도록 등가 테이블을 조정한다. 위의 첫 번째 경우 세 개의 이웃 셀에 레이블이 존재하지 않는다는 것은 세 개의 이웃 셀이 객체가 아닌 것임을 의미한다.

위와 같은 작업을 수행하면서 모든 셀을 방문하면 첫 번째 스캔이 완료된다. 첫 번째 스캔이 완료되면 등가 테이블을 정리하는 작업이 필요하다. 등가 테이블을 정리해야 하는 이유는 이웃 셀들이 동일한 레이블을 가져야 하기 때문이다. 등가 테이블에 존재하는 두 개의 레이블 쌍(L_{large}, L_{small})이 서로 다른 경우, L_{small} 의 값을 $E_q(L_{small})$ 으로 변경해주어야 한다. 이때 함수 $E_q(L)$ 은 등가 테이블에서 레이블 L 이 가리키고 있는 레이블을 반환하는 함수이다. 레이블링 기법에서 두 번째 스캔에서는 등가 테이블을 참조하여 객체에 해당하는 셀에 고유한 레이블을 부여한다. 즉 객체에 해당하는 셀에 현재 매겨진 레이블 번호가 L_k 라면, 등가 테이블을 참조하여 $E_q(L_k)$ 값을 새 레이블로 할당한다. 모든 객체 셀에 대하여 새로운 레이블을 할당하면 레이블링이 완료된다. 그림 3은 위에서 설명된 레이블링 기법의 적용 절차를 나타낸 것이다.

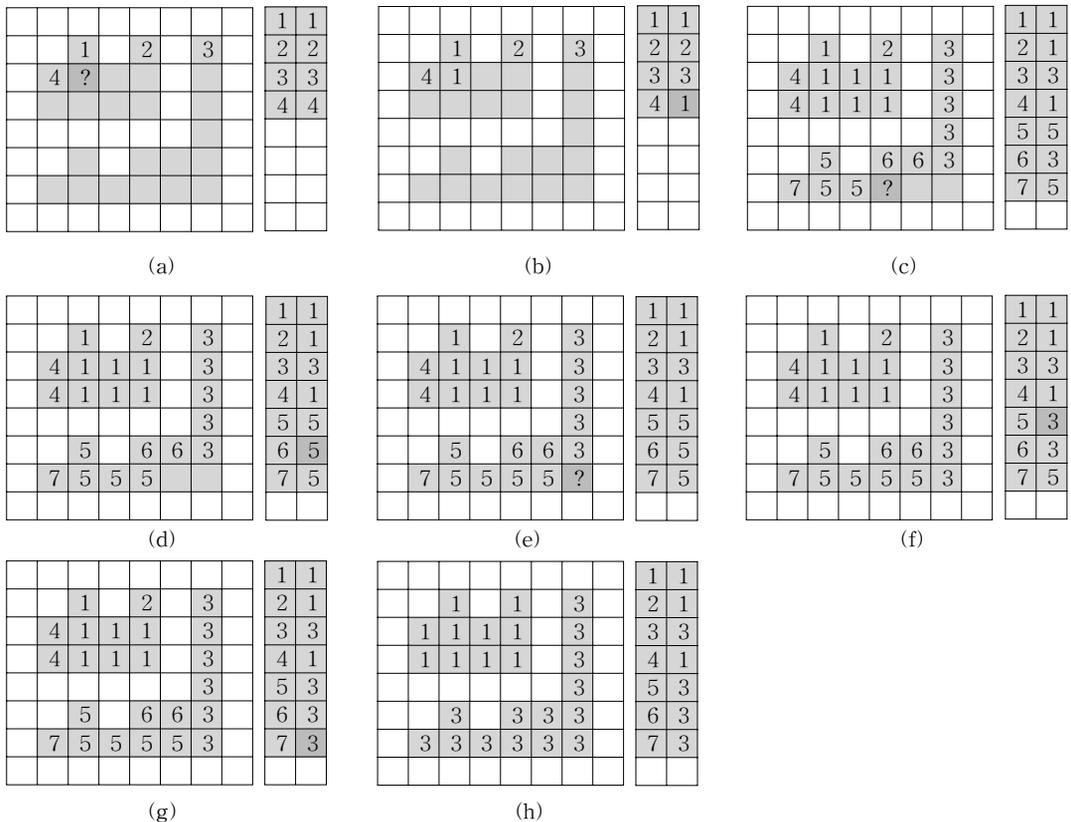


그림 3. 레이블링 기법 적용 절차

위에서 도로선형과 지장물들과의 교차지점을 레이블링 기법으로 객체로부터 나온 셀에 레이블을 할당함으로써 특정 객체의 셀들로 분류를 할 수 있었다. 이로써 특정 지장물에 대해 도로선형이 지나가는 위치에 교량이 설치될 수 있음이 명확하게 구분되었다.

4. 교량의 시종점 검출

위에서 설명된 도로선형과 교차 분류된 특정 지장물에 포함된 셀들로부터 교량의 시점과 종점을 검출하여야 한다. 교차된 셀들을 도로선형 위의 수직 좌표로 나타내었을 때, 하나의 지장물에 속해있는 모든 셀들의

그룹에서 가장 먼 거리의 두 셀이 교량의 시점과 종점부분이 된다. 즉, 도로선형의 시점에서 가까운 셀의 수직좌표가 교량의 시점이 되고, 도로선형의 시점에서 먼 셀의 수직좌표가 교량의 종점이 된다.

여기에서 모든 셀들의 거리를 구하기 위해 N^2 (N은 셀의 개수)번 만큼 계산하게 되면, 속도가 저하되므로 교차된 셀들 중 실제로 계산에 필요한 최외각 셀이 될 후보를 결정한다. 최외각에 위치한 최저 X, Y 좌표 셀, 최고 X, Y 좌표 셀에 속해 있는 셀들인 4개의 모서리에서 상하좌우 방향으로 뺄어나가면서 처음 만나는 셀을 최외각 셀의 후보로 결정한다. 결정된 후보 셀들의 중심점에서 도로선형 위의 수직점을 찾고, 그 수직점 간에 거리가 가장 먼 두 수직점을 찾아낸 지점이 교량의 시점과 종점이 된다. 그림 4는 위에서 설명한 과정을 그림으로 나타낸 것이다.

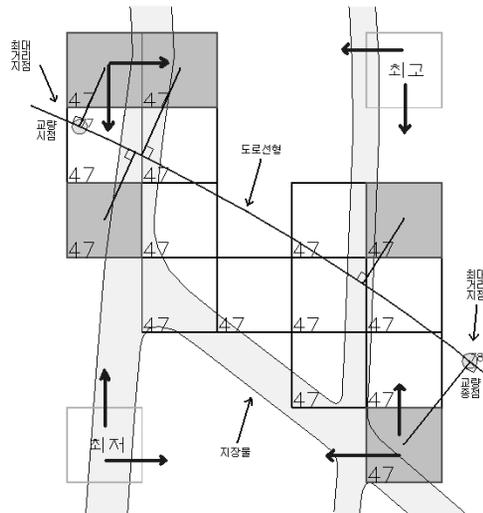


그림 4. 최외각 셀에서 시종점 검출

5. 결 론

본 연구를 통해 교량 위치 탐색을 위한 합리적이고 효율적인 GIS 기법을 개발하고, 그리드 분석과 레이블링 기법을 응용점목시켜 시스템 메모리 최적화와 탐색속도가 비약적으로 향상 되었다. 또한, 교량 위치의 시점과 종점이 그리드 크기 오차 범위 내에서 정확히 산정되었다. 본 알고리즘은 탐색과정 이전에 데이터를 생성 최적화 과정에 GIS 기법을 도입하였고, 이러한 데이터 준비과정을 통해 교량 탐색에 있어 매번 거의 균등한 탐색 시간을 얻을 수 있게 되었다. 이와 같은 GIS 기법 연구를 통해 지능형 도로 통합설계 프로그램에서의 교량 탐색 프로세스 병목 현상이 현저하게 개선되었다.

감사의 글

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단(건설핵심D05-01)을 통하여 지원된 국토해양부 건설기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 황선규, IT EXPERT 영상처리 프로그래밍 by Visual C++, 한빛미디어, 1999, 6.
2. (주)평화데이터시스템, 지능형도로 최적설계프로그램 개발, 건설교통부 한국건설교통신기술평가원, 2005, 1.
3. Rosenfeld, A., Pfalz, J. L., "Sequential Operations in Digital Picture Processing," *Journal of the ACM*, Vol. 13, No. 4, October 1966, pp. 471~494.