

노선선정을 위한 GIS와 전문가체계의 연계 Linkage of GIS and Expert System for Route Selection

이형석* · 배상호** · 강준묵***

Lee, Hyung-Seok · Bae, Sang-Ho · Kang, Joon-Mook

요 旨

도로의 노선선정에 필요한 지형공간정보의 분석 및 처리에 따른 효율성을 증진시키기 위해서는 지형공간정보체계의 분석기능이 필요하다. 또한 합리적인 노선 선정을 위해서는 각 노선을 정량적으로 평가할 수 있는 기법으로 전문가의 지식과 경험을 필요로 하는 체계의 연계성이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 지형공간정보체계의 위치정보 구축과 분석과정을 통한 노선선정모형을 제시하고 전문가 체계를 연계한 노선선정체계를 개발하였다. 개발한 체계는 세 단계 계층 기반의 객체지향기법을 적용한 도형 사용자 접속 환경의 윈도우용 체계로서 조건에 따른 노선선형을 제시할 수 있도록 사용과 유지관리를 손쉽게 하였다. 지형공간정보체계를 이용하여 노선선정에 필요한 다양한 정보를 데이터베이스에 구축하고 3차원 지형 분석을 실시하여 대상지역의 특성을 효과적으로 파악하였으며, 영향권 및 중첩 분석과 위치정보연산을 통해 통제지역을 추출하였다. 노선선정체계를 통해 입력된 시종점간에 3개의 비교노선을 선정할 수 있었다. 따라서 본 개발 체계를 실제 대상지역에 적용하여 구체적인 비교 평가를 시도함으로써 노선선정체계의 적용 가능성을 입증하고자 하였다.

ABSTRACT

Route selection needs the analysis function of GIS to analyze and manipulate a lot of spatial information efficiently. Therefore, it needs the linkage of system requiring the knowledge and the experience of experts as a method that can estimate each quantitative route for an efficient route selection. In this study, the route selection model through construction and analysis procedure of position information using GIS were presented, and route selection system linked with expert system was developed. This system is easy to be used and managed for presenting route alignment according to conditions as a graphic user interface environmental window system by applying three tiers based object-oriented method. Using GIS, the various information required for route selections in database was constructed, the characteristics of subject area by executing three-dimensional terrain analysis was grasped effectively, and the control point through buffering, overlay and location operation was extracted. Three alternative routes between a beginning point and an end point inputted by route selection system were selected. Therefore, the applications of the route selection system are presented by applying this system to the real study area.

1. 서 론

도로계획의 노선선정에 있어서 계획수립에 영향을 미칠 수 있는 다양한 조건들과 그들의 공간적 분포, 그리고 도로의 신설 또는 확장이 가져올 공간적 영향에 대한 엄밀한 분석이 이루어져야 한다. 하지만 노선선정과정은 다소 주관적인 판단으로 이루어지고 있으며 지형공간정보

에 관한 지리적 실제요소 및 속성과 관련되어 있는 지형공간분석이 미흡한 실정이다. 따라서 노선선정은 복잡한 의사결정을 요하며 경제적, 사회적 및 지역적 특성을 잘 반영하여야 하므로 그릇된 노선은 도로교통뿐만 아니라 사회간접자본에도 막대한 손실을 가져올 수 있다. 따라서 노선선정결정에 고려되는 여러 요소들을 보다 충분히 고려하여 데이터베이스를 구축해야 하며, 각종 정보를 실제 의사결정에 유기적으로 활용할 수 있도록 다양한 정보에 대한 체계적인 분석기법의 개발이 동시에 이루어져야 한다.

지형공간정보체계(Geo-Spatial Information System ;

*충남대학교 토목공학과 연구원

**대림대학 토목공학과 전임교수

***충남대학교 토목공학과 교수

GSIS)는 지형 및 공간체계와 관련있는 복잡한 현실문제를 해결할 수 있는 지형 공간적 표현 및 분석 기능을 제공한다. 도로계획수립시 이러한 지형공간정보체계의 기능을 이용하여 효율적인 노선선정을 수행할 수 있도록 다양한 노선선정보형이 개발되어 왔으며 국내에서는 이를 응용한 체계적이며 구체적인 연구가 진행되고 있다. 이에 가능한 몇 개의 후보 노선을 평가하는 문제보다는 임의의 최적노선을 찾는 접근 방법을 유도하는 것이 보다 효과적일 수 있다.

노선선정의 자동산출 방안과 도로설계와의 연계방안을 모색함으로써 얻어지는 효과는 무엇보다도 중요하다. 각종 평가항목에 따른 노선선정 과정에 지형공간정보체계와 전문가체계(expert system)를 활용할 경우 기존의 방식으로는 불가능했던 지도와 관련된 지형 및 공간자료의 통합분석이 가능하고, 도면과 속성자료의 전산화로 자료분석기간을 단축할 수 있으므로 노선선정의 대안선정폭 확대는 물론 객관성을 확보할 수 있어 합리적인 노선선정이 가능하다.

지형공간정보체계의 공간분석 기능이 강화되어 그 활용범위가 확대되어 가고 있는 현 상황에서, 본 연구는 최적노선선정에 지형공간정보체계의 공간분석과 전문가체계 기법을 적용하여 그 가능성을 입증하고자 하였다.

2. 전문가 체계와 지형공간정보체계

2.1 전문가체계

전문가체계란 인공지능의 응용분야 중에 하나이며 전문가가 가지고 있는 지식을 인위적으로 컴퓨터에게 부여하여 그 방면에 비전문가라 할지라도 그러한 전문가의 지식을 활용하고 전문가처럼 사고하고 판단하여 상호대화를 통하여 실제의 문제를 해결하는 일종의 전산 프로그램이다.¹⁾ 전문가체계에는 표 1과 같이 4가지 요소가

표 1. 전문가체계의 구성요소

지식 기반	특정대상에 관한 공간지식과 비공간 지식으로 구성
추론 기법	지식기반에 내장된 지식으로부터 추론을 통해 추가적인 결론을 도출하는 일반적인 추론절차들로 구성
지식습득 공유영역	지식기반에 내장하기에 적합한 형태로 지식을 표현할 수 있도록 지원
사 용 자 공유영역	사용자와 전문가체계를 연결

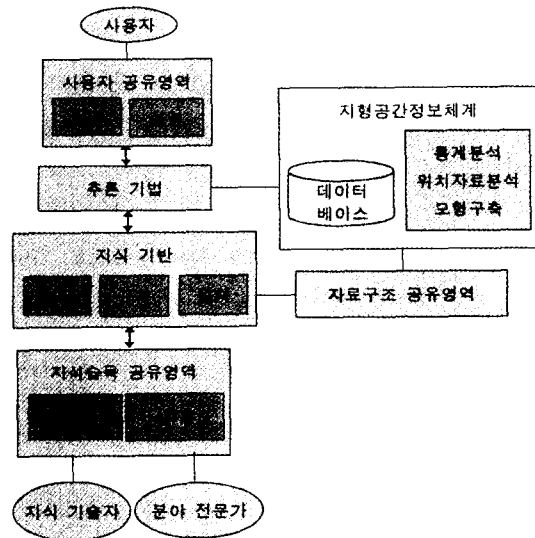


그림 1. 전문가체계와 지형공간정보체계의 구성

필요하다.²⁾⁴⁾

2.2 지형공간정보체계와 전문가체계의 연계

지형공간정보체계와 전문가체계는 1980년 이후 독자적으로 연구하여 응용되어 왔지만, 두 체계를 결합하여 상대 체계의 취약점을 보완해 줄 수 있는 상호보완적인 관계이다. 그림 1은 전문가체계와 지형공간정보체계를 연계한 지식기반 구조를 보여주고 있다.³⁾

1990년대 중반 GIS(Geographic Information System)는 독자적으로 특성화되면서 일정한 영역을 가지고 발전해갔으며, GIS에 전문가체계와 지식기반을 접목하고자 하였다.⁵⁾ David Lam과 Christian(1996)은 GIS와 데이터베이스를 포함하여 다양한 형태의 정보를 하나의 체계로 통합하고 수치적인 정보와 비수치적인 정보를 다루는데 신경망 이론과 함께 전문가체계를 이용하였다.⁶⁾ 기존의 상용 GIS와 전문가체계를 중간 파일 형태로 연결하는 약결합방식⁷⁾과 GIS에 전문가체계의 기능이 추가된 통합 GIS를 구현하는 완전 결합방식⁸⁾이 GIS의 기능확장을 위한 방법으로 연구가 시작되었다. Manfred(1996)는 지능형 GIS를 위해서는 인공지능망과 더불어 전문가체계가 필수적인 구성요소로 고려될 수 있다고 하였으며,⁹⁾ Chulmin(1996)은 산업입지 선정 문제에서 GIS와 전문가체계를 설계하여 실행하였다.¹⁰⁾ 노선선정에서 전문가체계의 활용은 일반상식과 전문가의 노선에 대한 지식이 포함되어 있는 지식기반을 활용하는 것이다. 여기

서 지식기반이라 함은 설계 전문가들의 경험에 의해 축적된 지식으로 시중점간 노선계획시 최적 노선 구간에 대한 지식, 통제지점을 제어할 수 있는 비교노선에 대한 지식을 말한다. 기존의 노선선정은 경중률을 고려한 공사비, 토공량의 산정만을 고려하였기 때문에 현실에 가깝게 다양한 문제에 대한 노선을 제시하지 못하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 설계전문가의 지식기반을 포함함으로써 보다 현실적인 최적경로를 제시할 수 있다.

시·중점, 설계속도 등의 노선계획 및 설계에 필요한 제반정보를 전문가 체계에 입력한다. 입력받은 전문가체계는 이미 지식기반에 저장시켜 놓은 설계전문가의 전문지식이 모여 있는 지식기반의 추론을 통하여 제어점, 설계조건 결과에 따른 노선을 선정해준다. 만약 전문가체계에서 제공한 현재의 상태, 즉 제어점, 설계조건 등의 현상만으로 가지고 노선을 선정할 수 없을 때에는 전문가체계가 추가정보, 예를 들면 통제지점들이 있으면 어떤 통제지점을 더 우선순위로 지나가고 회피하느냐 등을 요구할 수 있다. 이렇게 추가정보를 재입력하게 되며, 입력된 모든 정보를 이용하여 재추론을 시작하여 노선설정을 가지고 파악한 결과를 토대로 하여 1안 혹은 2안이라는 대안을 제공할 수 있다.

3. 계층기반의 노선선정체계

3.1 3계층 구조의 노선선정체계 구성

3계층 구조(architecture)는 주요 기능을 대분류하여 체계의 개발을 단위별로 분리시킬 수 있도록 해주는 중대형의 체계 개발 방법이다. 그림 2와 같이 이러한 대규모 응용프로그램을 위하여 전체 체계의 구조를 선형을 결정하기 위한 조건자료들을 다루는 자료 계층(data

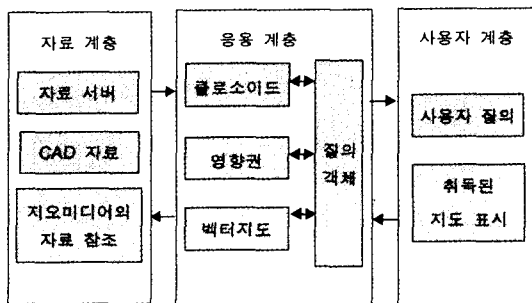


그림 2. 계층 구조의 분류

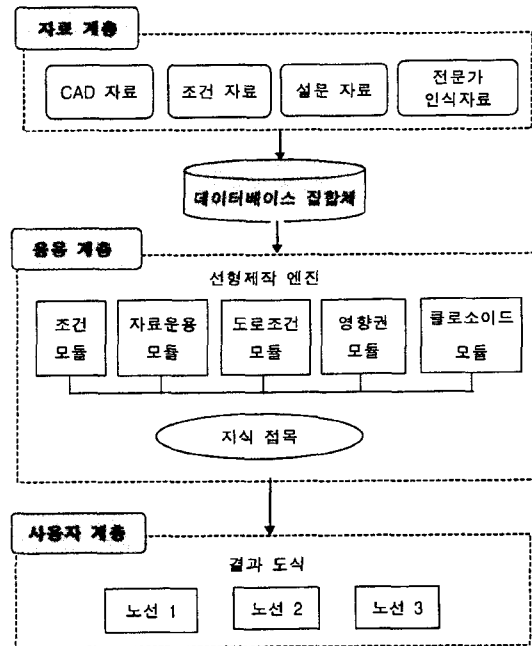


그림 3. 노선선정체계의 전체 구성도

tier), 실제 선형들을 결정짓도록 하는 응용 계층(application tier), 결정되어진 선형을 출력해주는 사용자 계층(user tier)의 3단계로 분류하여 각 계층별 접속부분의 변화를 축소하고 계층별로 수정 및 갱신을 하도록 하여 개발 및 유지에 소요되는 시간을 최대한 단축하도록 하였다.

그림 3에서 처럼 자료 계층은 노선을 선정하는 지역의 카드 자료와 설문조사 자료, 지나가야 할 지점과 회피지점의 선별 등 노선 선정에 영향을 미치는 조건 자료들과 전문가의 조언을 받아들이는 전문가 자료들을 처리하는 부분이다. 이 단계에서 취득된 자료들은 자료들의 집합체인 데이터베이스 집합체(collection)에 저장되게 된다. 응용프로그램에서 자료 처리를 담당하는 부분을 한 곳에 모아 구성화(component) 시킨 계층으로 자료 계층에서는 미리 수집된 설문조사 자료와 기정의된 전문가 인식 자료, 노선 선정자의 조건 자료, 그리고 인터그래프사의 지오미디어(Geomedia)와의 CAD 자료 상호 교환과 응용계층에서 요구하는 질의 내용을 공간질의(spatial query)를 통하여 지오미디어에 전달하고 추출된 자료들을 다시 응용계층에 전달하는 역할을 하게 된다.

응용계층은 데이터베이스 집합체에 저장된 자료들을 순차적 또는 임의적으로 추출하여 선형을 제작하게 되

며, 전문가의 경험을 프로그램 모듈화하여 제작하는데 자료계층에서 추출된 조건들을 검색하고 타당성을 조사하는 모듈, 기존 도로망과의 연계성을 검사하는 모듈, 영향권 지역을 생성하고 도로의 실현적용을 계산하게 되는 영향권 모듈, 선형을 실제 설계하는 클로사이드 모듈, 최단 거리를 점검하게 될 계층분석과정 모듈 등을 통해 실제 적용 가능한 여러 안의 노선을 선정하게 하였다. 이 과정에서 이러한 모듈의 위임을 방지하고 전문가가 원하는 노선을 선정하기 위하여 조건에 타당한 노선을 선정하게 하였다.

응용계층은 체계의 핵심부분으로서 자료 계층으로 질의를 하여 취득한 자료를 토대로 모듈화한 알고리즘을 적용하여 계산 및 실제 자료처리를 담당한다. 또한 사용자가 접하는 사용자계층의 요구에 따라 처리된 자료의 출력 및 자료의 가공을 담당한다. 응용계층은 많은 자료 처리 알고리즘과 선형 규격 점검 및 선형 수정 등의 계산을 수행하기 위하여 모두 객체지향 설계기법으로 모듈식으로 제작되어 응용계층에 삽입되어 사용되도록 하였다. 응용계층에서 선정된 노선은 각 안별로 따로 저장되고 인식되도록 개별 클래스를 갖게 되며 이 노선들은 지도에 표현되게 된다. 또한 모든 계층에서 적용되는 자료 및 기술, 출력하는 기능은 OLE 자동화를 통한 dll 방식을 갖추어 추가 및 갱신이 쉽도록 만들었다. 또한 처리되는 자료는 개체화시켜 다른 자료와 혼동되지 않도록 하였다.

사용자 계층은 사용자가 제어하는 계층으로서 사용자의 요구에 따라 조건자료를 응용계층에 보내고, 응용계층에서 처리 완료 반응을 받고 필요한 자료에 대한 질의를 응용계층으로 보내어 취득한 자료를 토대로 사용자에게 문자 또는 그림으로 표현하여 주는 계층이다. 실제 사용자가 접근, 제어할 수 있는 계층은 사용자 계층으로서, 사용자 계층에서 사용자의 모든 요구가 받아들여지고 전문가의 인식자료 및 설계기준 요소를 입력하기 위하여 설문조사입력자료와 전문가 인식 자료를 입력하게 되고, 접근 및 비접근 지역에 대한 조건을 입력하도록 한다. 여러 자료의 입력이 완료된 후 노선 설계를 지시하게 되면 응용계층 및 자료계층에서 지오미디어와의 연계에 의해서 노선선형이 설계되어지게 되고 폼 상에 출력되게 된다. 사용자는 출력된 노선에서 잘못 설계된 부분을 수동으로 수정할 수 있으며, 조건의 변경을 통하여 동일한 폼에서 변경된 조건에 의해서 설계된 다른 노선

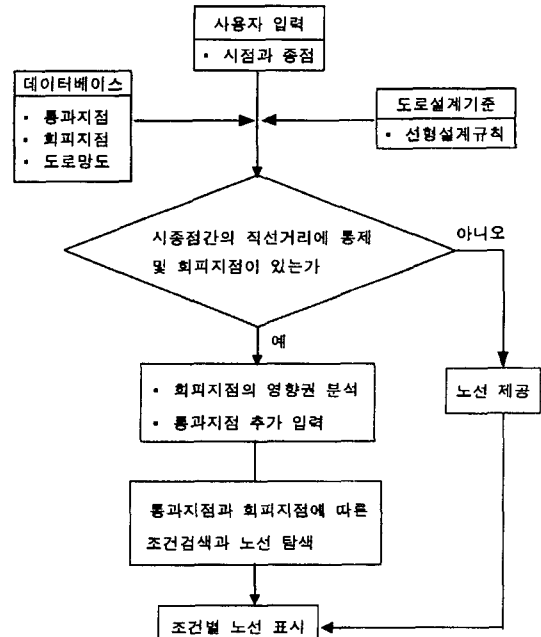


그림 4. 노선선정과정 흐름도

을 볼 수가 있다.

3.2 노선선정 과정

노선선정 알고리즘 과정은 하나의 단계에서 다음 단계로 연속적으로 실행되며, 각 단계별 수행 내용은 그림 4와 같다. 시점 및 종점, 입력된 회피지점에 통과지점을 추가적으로 각각 입력한다. 임의의 노선을 설정할 때 통과지점을 설정하여 줌으로써 대안노선을 구하는데 착오가 발생하지 않도록 한다. 사용자가 시점과 종점을 입력한 후 두 점사이의 직선이 존재하는지를 검사한다. 입력된 시점과 종점간의 직선거리 노선에 통과지점과 회피지점이 있으면 우회노선을 선형설계규칙에 맞게 제시하거나, 다음 단계를 수행하고, 그렇지 않으면 최적노선을 제공한다. 최적노선은 시점과 종점간의 위치가 주어지는 경우에 사용자가 원하는 여러 가지 상황(예, 도로선정 기준요소)을 고려하여 사용자에게 종점까지의 진행 노선을 제시하여 준다. 대안노선은 사용자에게 최단경로 뿐만 아니라 시점에서 종점까지 도달할 수 있는 모든 종류의 도로망과 그 도로망의 특성들을 표현하여 줌으로써 사용자의 폭을 넓히는 것이다. 지식기반을 구축하기 위해서는 전문가의 경험과 지식이 필요하다. 여기에는 건설교통부의 「도로의 구조·시설기준에 관한 규정 해설 및 지침」

을 참고하였다.¹¹⁾

4. 구축체계의 적용 및 분석

지형공간 정보분석에 따른 최종 결과물이 의사결정과 정에서 효과적으로 사용할 수 있도록 하려면, 결과물에 대한 표현방법의 선택도 매우 중요하다. 이를 위하여 우선 임의의 차원에서 위치자료를 적용한 노선선정 사례에 대한 자료를 수집하고, 설계 실무자 및 계획가의 입장에서 필요로 하는 위치자료의 내용 및 구조를 파악하여, 대안 및 최적노선선정에 관련된 위치자료의 조사를 수행함으로써 노선 검토 및 수립에 필요한 데이터베이스를 효율적으로 구축할 수 있었다

4.1 위치자료와 속성자료의 연계

위치자료를 구축하기 위해서는 우선 기본도와 국토이용관리법, 도시계획법 등과 같이 국토의 개발과 보전에 관련된 각종 계획 및 법규에 근거하여 제작된 지도 중 여러 분야에서 공동으로 활용할 수 있는 토양도, 지질도, 토지이용현황도, 국토개발계획도 등 공통 주제를 입력하였다. 이와 같이 각종 공간의 속성을 나타내는 토지정보, 통계정보 등을 정비하여 입력하였고, 이를 통합하여 데이터베이스화하였다.

대상지역의 선정에 있어서는 사업의 범위와 수행을 고려하여 최종 결과물을 비교할 수 있는 노선구간 지역을

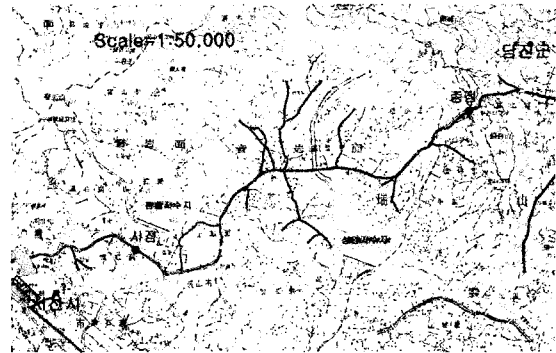


그림 5. 적용대상지역의 위치도

설정하였다. 그림 5와 같이 그 중에서도 특히 도로부분만을 고려하여 어느 정도 독립적인 연구가 가능한 서산-운산간 도로 신설공사구간을 그 대상으로 하였다.

대상지역으로 선정한 구간은 행정구역상 충남 서산시 운산면 일대로서 충청도의 서북부에 위치하며 비교적 넓은 총적평야가 분포하고 있으며 32호선 국도가 본 노선 북동쪽으로 위치하고 중간에 일부 저수지가 있다. 음암면, 잠흥동, 갈산리, 탑곡리, 부장리, 도당리 일대이며 1:5,000 지형도 8개 도면을 기본도로 각종 주제를 구축하였다. 지형도로서 수치지도인 4도엽과 기존 지형도 4도엽을 각각 이용하였다.

표 2와 같이 서산-운산간 도로화장 및 포장공사지역이 포함된 지역으로 하는 지형도, 지적도와 같은 일반도의 수치지도와 이를 기초로 제작한 각종 주제의 수치지도

표 2. 노선계획수립을 위한 데이터베이스의 기본자료

자료유형	구분	종류	축척	내용
일반도		지형도	1:5,000	기존자료 활용
			1:25,000	
		지적도	1:1,000 1:1,200	기존자료 활용
도형자료		임야도	1:6,000	기존자료 활용
		서산시 군도·농어촌 도로망도	1:50,000	국도, 지방도
		서산행정지도	1:70,000	
		정밀토양도(서산, 운산)	1:25,000	토질의 종류와 침식여부
		토지이용현황도(서산, 운산)	1:25,000	밭, 초지, 과수원, 활엽수림, 침엽수림, 취락 등
		지질도(서산, 해미)	1:50,000	
		서산시 토지이용계획 총괄도	1:50,000	
서산시 도시계획 총괄도	1:25,000			
속성자료	도형설명 자료	국토이용계획도		준도시, 준농림, 농림, 자연환경
		토지대장 임야대장		신규조사

등을 구입하여 본 사례지역 범역을 중심으로 재편집한 후에 확인·수정보완하였다. 또한 각종 자료유형 통계자료 및 도형의 특성을 나타내는 자료도 구성하였다.

스캐닝과 벡터라이징을 통해 등고선도, 수계도, 도로망도, 지적도, 토지이용도, 정밀토양도 등의 도면자료들을 입력하였으며, 입력된 도면들로부터 MGE, 지오미디어, MS 액세스, MS 엑셀 등의 분석 도구를 이용하여 주향, 경사도, 토지이용현황, 용도지정현황등에 대한 기초자료를 취득하였다.

위치자료를 취득하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으나, 본 연구에서는 디지털라이징을 통하여 자료를 얻는 것보다 스캐닝을 통한 자료취득방법을 이용하였다. 도형정보를 구축하는데 있어 연구지역의 지적도면과 임야도면은 정밀 복사한 후, 고해상도의 도면 스캐너인 ANAtech Eagle 3640을 사용하여 700 dpi이상으로 정밀 스캐닝하고 반자동 벡터라이징인 I/Geovec을 통해 수치화하였다. 다른 도면들과 동일한 수치화 작업을 수행하였다.

공간자료를 원활하게 사용하기 위해서는 자료 수정후 반드시 위상관계(topology)를 설정해야 한다. 위상관계가 구성되면 수치화된 자료층에서 벡터라이징 오류를 검출하여야 한다. 벡터라이징하여 공간자료를 입력할 경우 교차부분(intersection)과 접합부분에 많은 오류들이 포함되어 있기 때문에 정확한 도형을 생성하기 위해서는 반드시 이 오류들을 수정하여야 한다. 오류를 수정하는 단계는 데이터베이스를 구성하는 단계 중 가장 중요한 단계로서, 발생한 오류를 수정하지 않으면 차후의 계산이나 원만한 분석결과를 얻을 수 없다.

속성값은 액세스와 같은 데이터베이스 소프트웨어를 사용하여 표 형태를 만들어 정리된 자료를 입력하였다. MGE에서는 오라클을 이용하여 데이터베이스화하였다. MGE는 오라클이나 MS 액세스와 모두 속성값을 연계할 수 있다. 오라클은 위치자료 입력시 속성값도 동시에 함께 입력할 수 있고, 액세스에서는 속성값 입력만을 독립적으로 입력할 수 있다.

위치자료와 속성자료가 상호연계되어야 지형공간 자료라고 할 수 있다. 위치자료와 속성자료의 입력이 완료되면 하나 하나의 도형적 개체가 속성자료를 가지고 있는 것을 확인할 수 있다. 위치데이터베이스는 자체의 정보를 가지고 있지만, 위치자료 이외에도 그 지역과 관련된 속성자료를 필요로 하는 경우가 많다.

도형과 속성의 연계는 속성자료가 저장된 파일을 위치자료 파일에 결합 혹은 연결하는 방법으로서 두 파일에 공통으로 들어 있는 식별자(ID)를 기준으로 이루어진다. 지도상의 각각의 도형에 대하여 명칭을 부여하고 그 명칭을 이용하여 속성 파일과의 연결 및 속성자료와의 연결이 가능하도록 한다. 이러한 속성자료와 위치자료가 식별자에 의해 상호 연결하여 완전한 지형공간자료가 되게 하여 분석을 가능하게 하였다.

4.2 위치분석 및 응용처리

구축된 데이터베이스는 각종 분석을 위한 기초자료가 된다. 지역적인 특성을 이해하기 위해 3차원 분석과 중첩분석을 실시하였다. 3차원 분석에는 지형도의 등고선자료로부터 투시도와 기복도 등을 생성시키고 여기에 토지이용현황도, 도로망도 등 각종 주제도를 덧씌워 출력함으로써 토지이용현황, 도로망 등을 입체적으로 이해할 수 있어, 계획과정의 초기에 문제점을 인식하거나 지역적 특성을 이해하는데 매우 유용하다.

구축된 데이터베이스를 이용하여 속성 범위, 수치, 거리, 지역범위를 기준으로 탐색 및 조회하므로써 지형공간관계를 파악할 수 있다. 또한 속성의 관측 및 정확도를 규명하여 비교 분석함으로써 지형공간정보체계에 관한 최적 환경을 도출하였다.

바람직한 노선위치를 선정하기 위해 결정된 선정기준에 의해 해당되는 각 주제도를 추출해내야 한다. 이 단계는 지형공간정보체계 기능을 이용하여 일정과정에 따라 기준에 만족된 지역만을 추출하게 된다. 구축된 개개의 주제도를 모두 결합하여 하나의 종합지도(composite map)로 만들어 속성자료를 통계분석함으로써 도로 특성간의 상호관계를 파악할 수 있었다. 기존의 수작업으로는 많은 시간과 노력이 필요하였으나 중첩기능을 이용하여 이러한 분석을 매우 효율적으로 수행할 수 있었다.

그림 6은 학교지구를 중심으로 10m 영향권을 생성하여 나타낸 것이다. 같은 축척을 가진 복수의 다른 도면 또는 도형을 조합하여 새로운 도면 또는 도형을 생성하는 것이다. 기본적인 개념은 도형간의 논리연산이다.

도형 및 속성정보를 관계형으로 취급할 때 그림 7과 같이 지정된 도형요소에 대하여 속성정보의 내용을 검색하여 영상면상에 표시할 수 있었다. 또한 속성정보의 내용을 조건 검색에 따라 도형요소 중에서 특정한 것에 대하여 검색할 수 있었다. 그림 8은 건물 중에 새마을 회



그림 6. 영향권 지역 분석

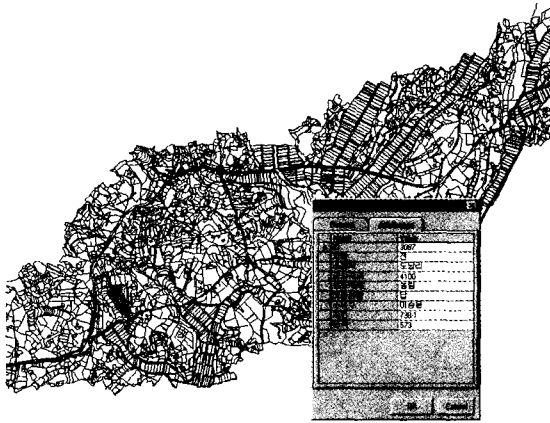


그림 7. 도형요소에 대한 속성정보의 내용표시



그림 8. 속성을 이용한 도형의 검색 및 표시

관들을 선택하여 색으로 표시한 경우를 나타낸 것이다.

4.3 최적노선의 선정

노선선정체계는 앞서 기술한 3계층의 노선선정모형을 따르도록 구성되었으며 통제지점 분석과 조건별 노선을 선정하도록 하였다. 통제 조건을 선택하여 노선가능지를 판별하였다.

4.3.1 통제지점 자료 추출

노선위치를 결정할 때에는 지형 및 지물의 상황 등 노선이 통과해야만 하는 지점 또는 피해야만 하는 지점이 있다. 이것을 통제지점이라고 한다. 노선선정 작업이란 통제지점을 확인해 가면서 가능한 한 최단거리로 지형에 적합한 좋은 선형을 선정하여 연결하는 과정이다. 본 체계의 계획노선을 설정하고 평가하는데 있어서는 다음과 같이 본 연구대상지역에 대한 사회·환경적, 경제적 및 기술적 요인의 조건들 중 필요한 통제지점을 검토하여 설정하였다. i) 도시계획상의 용도지역, ii) 그 토지의 토지이용계획과의 관계, iii) 공원, 특별보호지역, 사적지, 천연기념물, 매장(埋葬)문화재, 사찰, 묘지, 학교, 병원, 주택단지 등 피해야 할 필요가 있는 곳, iv) 주요 도로나 철도와 교차 및 접속위치와 방법, v) 하천, 계곡의 통과 지점, 터널 위치 등의 구조물을 건설하지 않으면 안되는 개소, vi) 지대(地帶), 단층(斷層), 연약지반 등 지질상의 문제가 되는 개소 등이다.

통제지점 자료의 구축은 대상지역의 특성을 고려하여, 그림 9와 같이 회피지점으로는 취락지구, 농공단지, 학교, 아파트 지구, 도로계획, 밤나무 단지, 호수, 저수지 및 기존 시설물 등을 사용하였다. 또한 통과지점으로는 교량 위치, 도로 교차지점 등을 입력하여 사용하였다

이와 같은 방법으로 선정된 통제지점을 고려하여 몇 개의 계획노선들을 설정하게 된다. 통제지점에 사용한 조건들 중 피해야 할 지점들은 공통적으로 적용하기도 하였으며, 영향권 지역을 형성하여 노선이 지나가지 않도록 조건을 설정하였다. 통제지점을 다양하고 세밀하게 적용할 수록 보다 완전한 노선선정에 도움이 되지만 연산 작용에 있어 많은 시간이 소요되어 적정하게 선정하는 것이 필요하였다.

4.3.2 비교노선의 선정

본 체계는 기술자들의 지식, 각종 설계정보를 바탕으로 노선의 중요도와 판단기준에 따라 가장 적절한 노선을 선정해 주게 된다. 노선으로 선정할 시점과 종점을

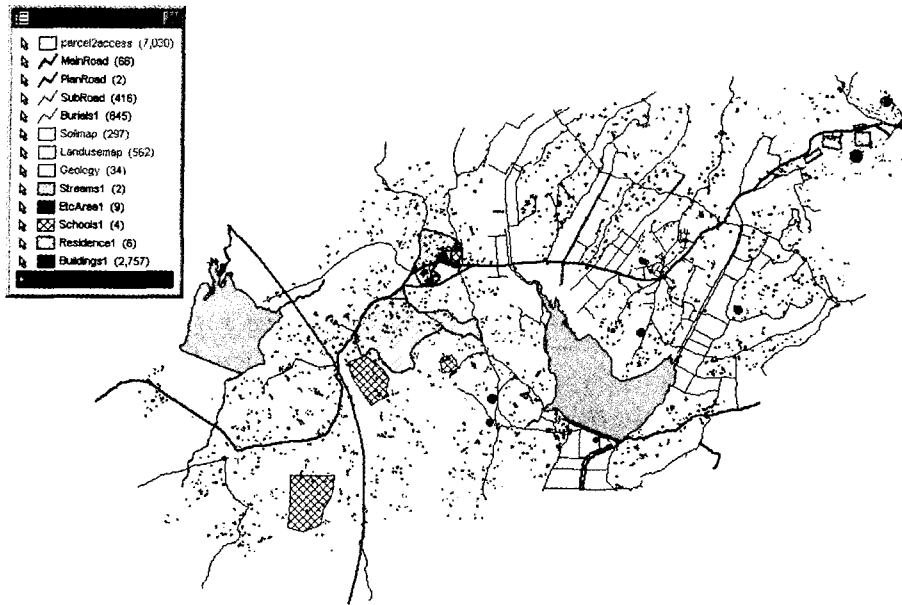


그림 9. 회피지점의 설정

입력하는 기능으로 연구대상지역에서 두 지점을 선택하였다. 선택된 점의 결과를 조회하거나 저장할 수 있다. 입력된 시점과 종점에 대하여 통과지점과 회피지점의 통제지점 설정에 따라 조건에 맞는 노선들을 선정하게 된다.

최적노선 선정에 관해서 조건에 따라 여러 대안을 설정할 수 있는데 그림 10, 11 및 12에서와 같이 3가지



그림 11. 제 2안 노선

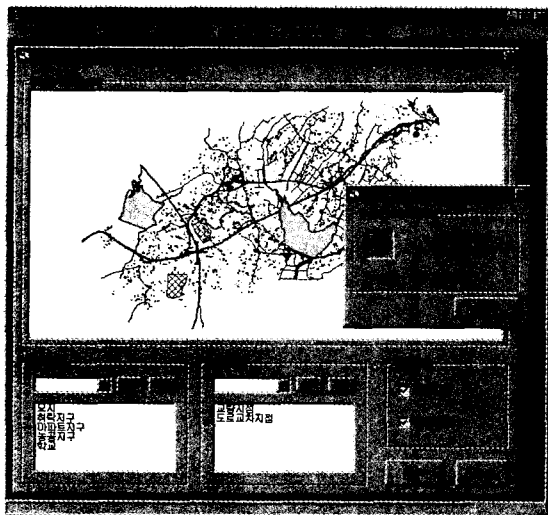


그림 10. 제 1안 노선



그림 12. 제 3안 노선



그림 13. 서산-운산도로구간의 실제 노선선정 위치

대안을 작성하여 보았다. 제 1안은 3개의 통과지점을 삽입하였고 기존국도를 활용하는 측면과 농경지의 편입을 최소화하였다. 제 2안은 도로의 교차지점과 교량의 시공 지점등 3개의 통과지점으로 설정하였고 묘지보상을 최소화하고자 하였다. 제 3안은 3개의 통과지점을 설정하다 보니 곡선위주의 기하학적 선형으로 나타났다.

4.3.3 실제 설계노선과의 비교

노선선정을 실질적으로 극대화하기 위하여 이들 선정 기준과 관련된 여러 요소들간의 상호작용을 파악하여 비교노선의 상대적 우위를 평가함으로써, 노선을 선정할 결과 실제 설계상으로 선정된 최적노선위치에 차이점을 발견할 수 있었다. 많은 조건의 통제지점을 설정하여 정확한 노선을 선정하는 것이 바람직하나 자료구축에 시간과 비용이 비교적 많이 소요됐으며 체계의 연산작용이 저하되는 경우가 발생하므로 통제지점의 수를 적절한 수준으로 조정해야 했다.

실제적인 설계구간에 대해서 선정된 현장의 최적 노선 위치는 경제적 타당성, 도로설계기준, 지역 및 교통여건, 기타 환경적인 측면 등을 검토한 결과 성암저수지를 통과한 교량계획 구간으로 그림 13과 같은 노선을 본 구간에 적합한 최적노선으로 선정하였다. 본 체계에서 선정된 대안노선과 비교하여 볼 때 어느 정도 동일한 조건의 자료를 입력하여 노선을 선정하였기 때문에, 제 1안과 선형은 비슷하였지만 위치는 다소 상이한 결과를 나타내었다.

본 체계에 의해 선정된 다른 노선의 위치를 살펴볼 때, 이러한 결과는 노선을 평가하기 위해 많은 기준을 설정하고 각 기준들에 대한 중요도를 정립하는 과정에서

특정 조건에 치우친 지점을 선택하면 우선 시각적으로도 잘못된 노선선형을 산출할 수 있기 때문에, 노선선정에 여러 분야의 통제지점들을 골고루 반영하는 것이 상당히 어려웠다.

또한 도로계획시 노선의 검토는 공사비와 물량산정과 관련하여 여러 대안과 평가기준하에서 가장 적절한 대안을 선택하려는 의사결정의 체계로 이루어진다.¹²⁾ 이에 대해 보다 합리적인 노선을 선정하기 위해서 이들 선정기준과 관련된 여러 요소들간의 특성을 체계적으로 파악한 후 최적노선을 선정하는 것이 필요할 것이다.

5. 결 론

도로계획 수립시 보다 효율적이고 합리적인 노선선정의 최적화를 위해 지형공간정보체계와 전문가 체계를 연계하여 지형공간정보를 구축 및 분석하였으며 그 응용가능성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시·종점간의 노선선정에 필요한 제한조건을 고려하는 노선선정 알고리즘을 개발하였으며, 비주얼 베이직을 이용하여 도형사용자 접속 환경의 윈도우용 체계로 구축하고 조건별에 따른 비교노선선형을 제시할 수 있도록 사용관리를 손쉽게 하였다.
2. 자료, 응용 및 사용자의 3계층 기반의 구조를 중심으로 객체지향기법을 적용하여 자료를 하나의 클래스로 규격화하였다.
3. 지형공간정보체계를 이용하여 노선 계획시 비교노선 검토에 있어 기술적, 경제적 및 사회·환경적 요인에 따른 위치데이터베이스를 구축하여 기준요소들을 표현할 수 있었으며, 위치관측 및 관계를 파악하여 비교 분석함으로써 노선선정체계에 필요한 평가기준 자료의 최적환경을 제공하였다.

참고문헌

1. 김화수, 조용범, 최종욱, "전문가 시스템", 집문당, 1998, pp. 17-23.
2. Christopher Jones, Geographical Information Systems and Computer Cartography, 1997, pp. 221.
3. 김영표, "GIS의 기술현황과 발전동향", 국토정보, 1995. 5, pp. 76-77.
4. 이윤배, "전문가시스템", 홍릉과학출판사, 1997, pp. 3-13.

5. 박기석, “지리정보시스템”, 동서, 1995, p.48.
6. David Lam and Christian, “Integration of GIS, Expert Systems, and Modeling for State-of-Environment Reporting”, GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues, GIS World Books, 1996, pp. 419-422.
7. Leung, Y., Leung, K. S., “An Intelligent Expert System Shell for Knowledge-Based Geographical Information Systems”, International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 7, No. 3, 1993, pp. 189-199.
8. Williams, G. J., “Templates for Spatial Reasoning in Responsive Geographical Information Systems”, International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 9, No. 2, 1995, pp. 117-131.
9. Manfred M Fisher, “Towards Knowledge-Based GIS”, GIS in ASIA, GIS ASIAPACIFIC, 1996, pp. 15-26.
10. Chulmin Jun and Thomas M. Woodfin, “Incorporating Decision Preferences into an Expert Geographic Information System for Industrial Site Selection”, GIS/LIS Annual Conference and Exposition Proceedings, 1996, pp. 1251-1264.
11. 건설교통부, “도로의 구조·시설기준에 관한 규정 해설 및 지침”, 기문당, 2000. 3.
12. 이형석, 강준목, 한승희, “계층분석과정을 이용한 효율적 노선선정”, 대한토목학회논문집, 제21권, 제1-D호, 2001. 1, pp. 143-152.
13. 주경민, 박성완, 정동길, “Visual Basic Programming Bible ver 5”, 영진출판사, 1997.
14. KMK정보산업연구원, 이승준, 전주예, “이것이 Visual Basic 6”, 삼각형 프레스, 1998.