도로계획단계에서 최적 노선선정을 위한 GIS의 활용

Utilizing GIS for Optimal Route Location in Road Planning Step

이진덕, 이종극*, 김재상
금오공과대학교 토목공학과

Lee jin-duk, Lee jong-keuk*, Kim jae-sang
Kumoh National Institute of Technology

요약

도로시설은 사람과 물자를 수송하는데 있어서 가장 기본적인 공공교통시설이고 도로 건설시 환경파괴를 최대한으로 감소시키고 그 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 대상지역의 여러 가지 조건을 고려하여 가장 적합한 노선의 위치를 결정하여야 한다.
본 연구에서는 연구대상지역의 토지이용, 지형경사, 사면방향, 지가 등을 분석하여 각각의 경중률을 고려한 후보노선들을 비교분석함으로서 최적노선을 선정하고자 하였다. 각 항목별로 경중률을 분류하여 구축된 자료들은 GIS 프로그램을 이용하여 후보노선을 선정하고 시각화하였으며 기존노선과 비교하였다.

Abstract

A road is a fundammental public traffic facility for transporting people and goods. Road designer should determine the best route considering various conditions to minimize environmental bad effect due to road construction and show road functions sufficiently.
In this research, we tried to select the optimal route location by comparing candidate routes considering weights of various items such as land use, slope, aspect, land price and so forth. The candidate routes were analyzed and visualized from built data using a GIS software and then compared with the existing route.

Ⅰ. 서론

방대한 국가 도로망 개발에 있어서 노선선정 과정이 도로건설관련 전문가의 판단과 경험에 의존함으로서 때로는 그 건설과정이 노동집약적이고 일부 주관적일 수 잇다는 의구심을 노정하고 있다. 더욱이 노선선정과 대안 도출 과정에 있어서 객관적이고 정밀한 자료, 그리고 분석도구의 적용과 같은 기반연구조성이 활성화되지 않는다면, 향후에도 비용과 시간의 효율성, 대안노선의 적절함 등 노선의 건설 전반적 과정에서 신뢰도 향상을 기대하기 어려울 것이다.

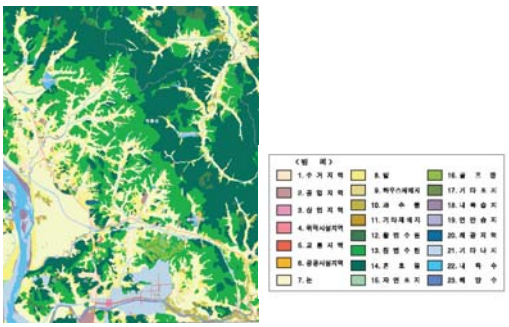
본 연구는 대용량의 지리정보 데이터베이스와 지형처리 등의 공간 데이터 모델링, 그리고 공간연산 과정 등을 통해 노선선정에 있어서 효과적인 대안 도출을 도모함으로서 효율적인 도로계획을 지원함은 물론, 향후 관련연구의 활성화 및 기반환경 조성을 위해서 시사점을 줄 수 있는 일련의 기법과 방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 본 연구에서는 국가기간사업인 도로를 신설하거나 개량하고자 할 때 목적에 맞는 적절한 조사를 통해 도로를 건설함에 있어 과학적인 검토를 통하여 최적노선을 선정해야 함에 따라 수치지도와 ArcView 프로그램을 활용하여 대상지역의 수치표고모형, 경사도, 사면방향도, 농경지 및 건축물위치도, 공시지가 등을 구축하고 분석을 통하여 각각의 경중률에 따른 여러 노선을 비교분석함으로서 최적노선을 선정하고자 하였다.

Ⅱ. Database 구축

본 연구의 대상지역은 구미 4공단 확장구역, 경제자유구역 포함 등으로 개발될 여지가 많은 경북 구미시 ○○면 일대이다.

1. 토지이용 분석

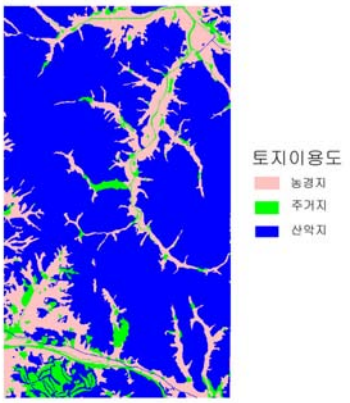
토지이용도로 최근에 환경부에서 제작한 토지피복지도를 활용하고자 토지피복도(그림 1)에 수치지형도의 좌표를 부여하여 ArcView에서 사용할 수 있는 파일로 변환한 뒤, 각 항목에 해당하는 23가지의 속성정보를 찾아내었고 이들을 표 1과 같이 단순화하여 그림 2와 같이 새로운 토지이용도를 작성하였다.



▶▶ 그림 1. 대상지역 일대 토지피복지도

표 1. 토지이용 자료의 구성

농경지	논, 밭, 과수원, 하우스재배지
산악지	각종수림, 기타초지
주거지	주거지, 공장, 주유소, 골프장, 위락시설, 각종습지



▶▶ 그림 2. 단순화한 토지이용도

2. 지가 분석

지가는 토지의 활용도와 위치에 따라 각각 다르게 나타나지만 표 1에 제시한 토지이용 자료의 구성에 맞게 대상지역의 공시지가를 평균하여 단순화하였다.

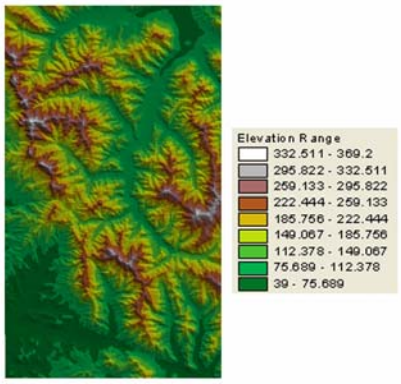
표 2. 산동면 공시지가 단순화

분 류	지가단위(원/㎡)
농경지	30,900
산악지	4,600
주거지	90,600

2. 지형 분석

대상지역은 거의 대부분이 산지로 이루어져 있어서 도로를 선정할 때 가장 중요한 경사도를 분석하기 위하여 대상지역의 1/5000 수치지형도 12매를 활용하여 ArcView프로그램을 이용하여 DEM을 생성하였다. DEM을 바탕으로 노선 선정에 고려되는 기술적, 경제적, 환경적 측면을 고려하여 데이터로 활용하기 위해 TIN을 구축하였다(그림 3).

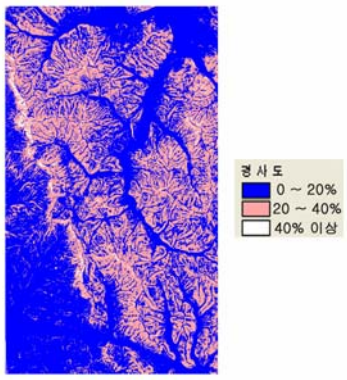
TIN을 바탕으로 경사도를 추출하고 그 비율에 따라 경중률을 부여하기 위해 표 3과 같이 단순화시켜 경사도를 재분류하였다(그림 4).



▶▶ 그림 3. 대상지역의 TIN

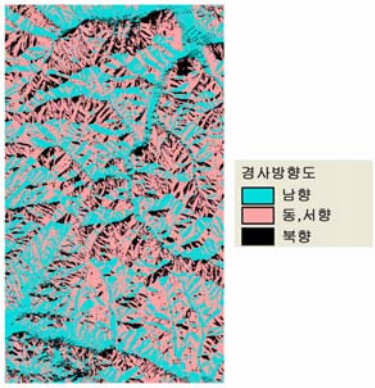
표 3. 경사도의 분류

0 ~ 20%	노선선정 가능지역
20% ~ 40%	노선선정 가능지역
40% 이상	노선선정 불가능지역



▶▶ 그림 4. 단순화시킨 경사도

도로완성 후의 도로결빙과 유지관리의 측면을 고려하기 위하여 TIN 데이터를 통해 8방위로 사면방향을 분류한 다음, 이를 단순화하여 남향, 북향, 동·서향으로 재분류하였다.



▶▶ 그림 5. 단순화시킨 사면방향도

Ⅲ. 최적노선 선정

1. 경중률 선정 및 적용

경중률의 적용은 연구 대상지역에서 pixel별로 요구되는 조건에 따라 표 4와 같이 수치화하여 대입하였다. 경중률은 최적노선 선정 시 필수적으로 고려되는 기술적, 경제적, 환경적 측면을 고려하여 토지이용현황, 지가, 지형경사도, 사면방향 등 4가지 항목들에 경중률을 적용하였다(표 5).

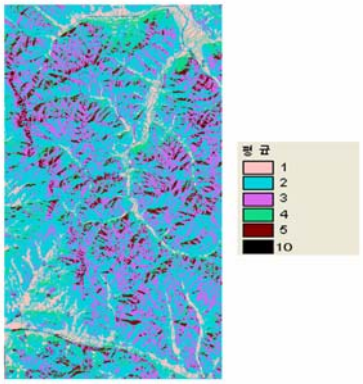
표 4. 경중률의 적용방법

경중률	내 용
1	노선선정 최적합
2	노선선정 적합
3	노선선정이 상황에 따라 유동적
4	노선선정 불리
10	노선선정 완전 불가

표 5. 노선선정의 경중률

	토지이용			지 가		
분 류	농지	산지	취락지	농지	산지	취락지
경중률	3	2	4	3	2	4
	경사도			사면방향		
분 류	20	40	100	남	동·서	북
경중률	1	2	10	1	4	10

각각의 경중률을 고려하여 토지이용도와 지가, 지형의 경사도, 사면 방향도를 평균을 내어 하나의 레이어로 병합하면 그림 6과 같은 결과를 얻을 수 있다.



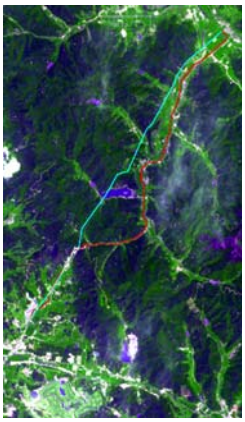
▶▶ 그림 6. 경중률을 고려한 대상지역

2. 후보노선의 선정

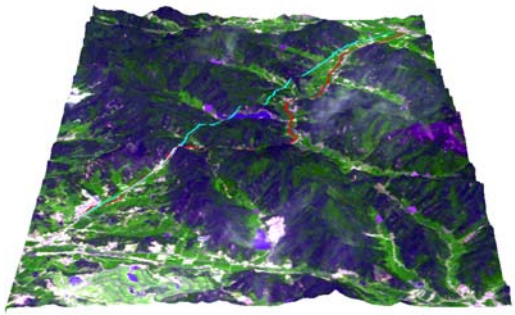
산지를 통과하는 노선이 지가는 낮지만 여러 곳에 터널을 설치하여 도로를 이어야 하는 단점이 있고 시점과 종점을 가장 가깝게 연결하지 않고 우회하여 가야하는 노선을 후보노선대를 선정할 수밖에 없어서 중심지와 중심지를 연결하는 최단거리를 분석하여 선정하였다. 이렇게 선정된 후보 노선대와 기존도로를 확장하는 방향으로 선정한 후보노선대를 비교해 보았다.

ASTER 위성영상 위에 신설노선과 기존노선을 그림 7과 같이 나타내었고 이를 바탕으로 영상처리 소프트웨어 ENVI를 이용하여 과고감을 2배로 하여 그림 8과 같이 3차원으로 대상지역을 나타냈다

.



▶▶ 그림 7. 위성영상을 활용한 후보노선대



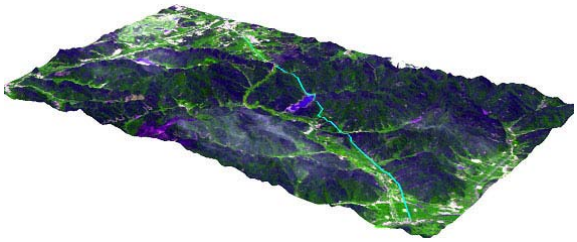
▶▶ 그림 8. 3차원 영상

3. 최적노선 선정

기존노선과 신설노선을 비교하여 최적노선을 선정하기 위하여 도로폭원 20m(왕복 4차로)에 대하여 경중률을 적용함에 있어서 ArcView에서 사용한 1 pixel은 5m×5m로 적용하였으므로 각각의 비교 대상에 해당하는 픽셀 수에 픽셀면적 25㎡을 곱하여 두 노선 중 어느 노선이 최적 노선이 되는가를 비교하여 분석해 보았다.

노선의 총 연장을 비교하여 보았을 때, 신설노선은 8.45㎞이고, 기존노선은 9.55㎞로 신설노선이 1.1㎞ 더 짧고 12%정도 단축되었다. 경중률을 분석하여 최적노선을 선정하는 경우에 지가의 경중률을 비교하여 보면 신규노선에서 총 지가는 67억 1962만원, 기존 노선의 경우에 총 지가는 90억 5260만원이다. 사면방향 분석의 경우 경중률이 4인 동·서향의 픽셀 수는 거의 같게 나왔으나 경중률이 2인 남향의 경우에는 신설노선이 300 pixel정도 크고 경중률이 가장 큰 북향의 경우에는 900 pixel 정도 작은 것으로 분석된다. 지형의 경사도의 경우에는 신설노선보다 기존노선이 도로의 총 연장이 짧은것을 고려하여 경중률이 1인 픽셀이 신설노선의 경우 86%를 차지하고 기존노선의 경우 95%를 차지하여 기존노선이 경중률이 더 작은 것으로 분석된다.

모든 항목들을 고려한 산동면 지역의 평균 경중률을 비교해 보았을 때 경중률이 가장 적은 1~4의 경우에 신설노선이 더 유리한 것으로 분석되었으며 가장 높은 5의 경우에만 기존노선이 더 유리한 것으로 분석되어 지형의 경사도에서는 신설노선이 기존노선보다 높은 경중률을 보였지만 토지이용도, 지가, 사면 방향의 경우에는 신설노선이 기존노선보다 낮은 경중률을 나타내었고, 도로의 총 연장이 짧아지며 노선의 선형이 기존노선보다 직선화되어 기존의 노선을 확장하는 것 보다는 신설 노선을 선정하는 방안으로 최적노선을 선정하였다.



▶▶ 그림 9. 시점에서 본 최적노선

Ⅳ. 결론

전문가가 직접 후보노선을 선정하고 살펴보고 결정하는 기존의 주관적인 과정보다는 노선선정 시에 활용되는 많은 양의 정보를 체계적으로 처리할 수 있는 GIS기능을 통해 필요로 하는 결과를 효과적으로 산출해 낼 수 있다는 것을 제시하였다. GIS를 통하여 노선선정 시는 물론 유지관리에 이르기까지 객관적이고 과학적이며 경제적이고 효율적인 역할을 수행할 수 있을 것이다.

후보 노선대를 선정하고 비교할 때 각각의 지형자료에 경중률을 두어 최적노선을 선정함에 있어서 사회적, 경제적, 환경적인 요소들을 고려하여 어느 쪽에 더 큰

비중을 둘 것인지를 결정하여 도로계획과정에서 지역의 특성, 지역구성원들의 요구, 앞으로의 발전 가능성 등의 여러 조건에 따른 최적노선을 선정 할 수 있을 것이다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] Arora, R, "Road networking using remote sensing and GIS technologies". Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS apos;05. Proceedings. 2005 IEEE International, Vol. 3, Issue, 25-29 July 2005, pp.1522-1525.

[2] 최유경, 도로노선 선정을 위한 GIS 기반 환경성 평가 기법에 관한 연구, 아주대 석사학위논문, 2007.

[3] 양인태, 김동문, 유영걸 "도로의 최적노선 결정을 위한 GSIS와 AHP의 적용연구", 대한토목학회논문집, 제21권2D호, pp.247-247, 2001.

[4] 김성훈, Cell-Based GIS와 Fuzzy-AHP를 이용한 도로노선 경로선정에 관한 연구, 영남대 석사학위논문.2004.

[5] 최수근 "GIS를 이용한 환경친화적 최적도로 노선선정기법" 부산대학교 석사학위논문. 2006