

# 다차원 공간정보를 이용한 최선노선선정 기법 관한 연구

## Road Optimum Route Selection Technique using Multidimensional Spatial Information

연상호\* · 이진덕\*\* · 이종극\*\*

Sang-Ho Yeon · Jin-Duk Lee · Jong-Keuk Lee  
세명대학교 토목공학과\* · 금오공과대학교 토목환경공학부\*\*  
yshsmu@semyung.ac.kr

### 요 약

본 논문은 지구공간에 존재하는 다양한 공간정보를 이용하여 도로 및 철도 계획과 공사를 위한 최적노선을 선정하는 기법에 관한 새로운 연구이다. 사람과 물자를 수송하는데 있어서 가장 기본적인 공공교통시설인 도로 및 철도를 건설하기 위하여 초기에 가장 중요한 결정이 바로 최적노선결정이므로 환경파괴를 최대한으로 감소시키고 그 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 대상 지역의 여러 가지 조건을 고려하여 가장 적합한 노선의 위치를 결정하여야 한다. 3차원 지형 환경의 공간영상콘텐츠는 국토계획 및 통신설비계획, 철도건설, 시공, 입체적인 유비쿼터스 도시 구현, 안전 및 방재 등에서 많은 요구와 그 중요성이 크게 부각되고 있다. 현재 지리정보 기반의 2차원적인 지도정보와 시설정보를 다차원의 도시공간으로 재현하기 위하여 기존의 등고선을 이용한 DEM 방식은 많은 한계를 가지고 있으며, 특히, 철도와 같은 노선 폭이 좁고 길이가 길어서 궤적 관리가 어려운 작은 구조물의 경우에는 그 고도모델이 무시되기 쉬우므로, 레이저 측량 기술을 이용한 공간대상물에 대한 높은 정확도 취득이 크게 필요한 실정이다. 본 연구에서는 원격탐사 영상 Data를 중심으로 하는 정사보정하고 이에 매칭 할 수 있는 수치지도 벡터와의 통합 및 전환으로 다차원 공간에서 건물 모델의 생성과 다양한 활용을 제시하는 것을 연구목적으로 하였고, 연구방법으로는 기존의 이미 취득한 2차원적인 평면사진을 지상 기준점에 의하여 정밀기하보정을 하여 얻은 사진영상자료를 이용하여 3차원 공간정보로 구성하기 위해서는 동일지역에 대한 수준 측량결과인 높이 데이터를 매칭하여야 하므로, 항공기에 탑재한 센서로 모든 대상지에 대한 지형지물의 고밀도의 높이 값을 획득하여 위치보정 작업 후에 3D로 매칭할 수는 방법을 연구하여 실험하도록 하였다. 또한 본 연구에서는 연구대상지역의 지형조건, 기존 노선과의 비교, 토지이용, 지형경사, 사면방향, 지가 등을 분석하여 각각의 경중률을 고려한 후 선택된 후보노선들을 비교분석함으로써 최적노선을 선정하고자 하였다.

### 1. 서론

전 국토의 국가 도로망 개발에 있어서 노선선정 과정이 도로건설관련 전문가의 판단과 경험에 의존함으로써 때로는 그 건설과정이 노동집약적이고 일부 주관적일 수 있다는 의구심을 노정하고 있다. 더욱이 노선선정과 대안 도출 과정에 있

어서 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 도모함으로써 효율적인 도로계획을 지원함은 물론, 향후 관련 연구의 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 최적 노선을 선정해야 함에 따라 수치지도와 GIS 프로그램을 활용하여 대상지역의 수치표고모형, 경사도, 사면방향도, 농경지 및 건축물위치도, 공시지가 등을 구축하고 분석을 통하여 각각의 경중률에 따른 여러 노선을 비교분석함으로써 최적노선을 선정하고자 하였다.

## 2. 연구내용 및 결과

### 1. DEM 및 3D 영상과의 궤도선로 계획

지형에 대한 수치표고모형(DEM)은 지형도 또는 수치지도, 현장에서의 고저차 측량, 입체사진측량 및 해석 등으로부터 얻어진 등고선을 대상지역에 대한 표고분포를 수치적으로 표현한 것이므로 본 연구대상지역중에서 체천에서 단양에 이르는 중앙선 복선 경로에 대한 DEM을 생성하여 중앙선과 태백선의 복선 궤도를 영상위에 매칭시켜 표현하였다. 그리고 고해상도 위성영상을 정사보정하여 정위치 편집하고 DEM을 매칭하여 계획된 철도노선을 중첩하여 최적노선 선정 및 궤도추적을 위한 공간모델을 생성하였다.(그림1)

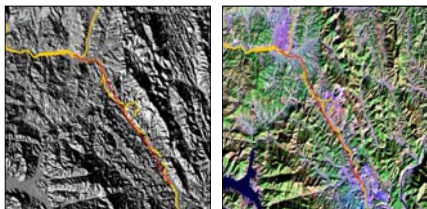


그림1. DEM 및 위성영상과 복선 철도 노선 중첩

### 2. 토지이용분석

토지이용도로 최근에 환경부에서 제작한 토지피복지도를 활용하고자 토지피복도에 수치지형도의 좌표를 부여하여 GIS에서 사용할 수 있는 파일로 변환한 뒤, 각 항목에 해당하는 23가지의 속성정보를 찾아내었고 이들을 단순화하여 새로운 토지이용도를 작성하였다.(그림2)

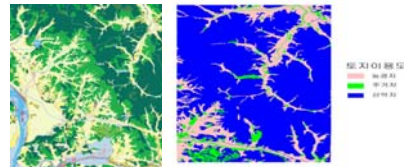


그림 2. 대상지역 토지피복도 및 토지이용도

### 3. 지가분석

지가는 토지의 활용도와 위치에 따라 각각 다르게 나타나지만 토지이용 자료의 구성에 맞게 대상지역의 공시지가를 평균하여 단순화하였다

### 4. 지형분석

대상지역은 거의 대부분이 산지로 이루어져 있어서 도로를 선정할 때 가장 중요한 경사도를 분석하기 위하여 대상지역의 1/5000 수치지형도 12매를 활용하여 GIS 프로그램을 이용하여 DEM을 생성하였다. DEM을 바탕으로 노선 선정에 고려되는 기술적, 경제적, 환경적 측면을 고려하여 데이터로 활용하기 위해 TIN을 구축하였다. TIN을 바탕으로 경사도를 추출하고 그 비율에 따라 경중률을 부여하기 위해 표 3과 같이 단순화시켜 경사도를 재분류하였다(그림3).

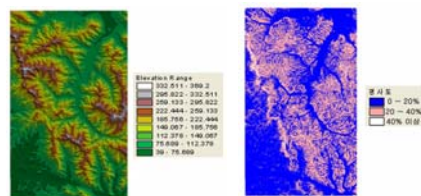


그림 3. 대상지의 TIN 및 경사도

도로완성 후의 도로결빙과 유지관리의 측면을 고려하기 위하여 TIN 데이터를 통해 8방위로 사면방향을 분류한 다음, 이를 단순화하여 남향, 북향, 동서향으로 재분류하였다.(그림4)

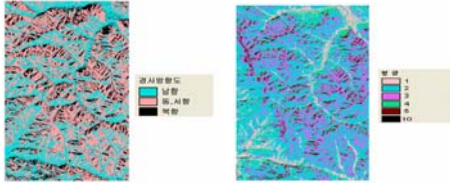


그림4. 사면방향도 및 경중률을 고려한 대상분석

### 3. 노선 선정

#### 1. 경중률 선정 및 적용

경중률의 적용은 연구 대상지역에서 pixel별로 요구되는 조건에 따라 표 4와 같이 수치화하여 대입하였다. 경중률은 최적노선 선정시 수적으로 고려되는 기술적, 경제적, 환경적 측면을 고려하여 토지 이용현황, 지가, 지형경사도, 사면방향 등 4가지 항목들에 경중률을 적용하였다. 각각의 경중률을 고려하여 토지이용도와 지가, 지형의 경사도, 사면 방향도를 평균을 내어 하나의 레이어로 병합하면 결과를 얻을 수 있다.

#### 2. 비교노선의 선정

산지를 통과하는 노선이 지가는 낮지만 여러 곳에 터널을 설치하여 도로를 이어야 하는 단점이 있고 시점과 종점을 가장 가깝게 연결하지 않고 우회하여 가야하는 노선을 후보 노선대를 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 이용하여 과고감을 2배로 하여 그림 8과 같이 3

차원으로 대상지역을 나타냈다.

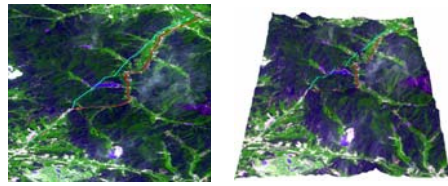


그림 7. 위성영상의 경중률 별 후보 노선

### 3. 최적노선 선정

기존노선과 신설노선을 비교하여 최적노선을 선정하기 위하여 도로폭원 20m(양북 4차로)에 대하여 경중률을 적용함에 있어서 GIS에서 사용한 1 pixel은 5m×5m로 적용하였으므로 각각의 비교 대상에 해당하는 픽셀 수에 픽셀면적 25cm<sup>2</sup>를 곱하여 두 노선 중 어느 노선이 최적 노선이 되는가를 비교하여 분석해 보았다. 경중률을 분석하여 최적노선을 선정하는 경우에 지가의 경중률을 비교하여 나타낼 수 있다. 사면방향 분석의 경우 경중률이 4인 동서향의 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 총연장이 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 신

설 노선을 선정하는 방안으로 최적노선을 선정하였다.

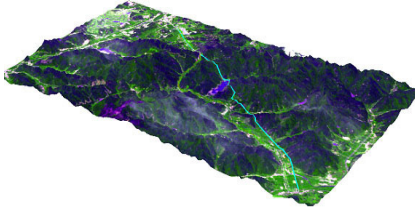


그림 8. 어느 시점에서 본 최적노선

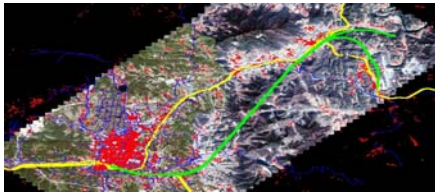


그림 복선철도 구간에서의 최적노선

#### 4. 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 선정할 수 있을 것이다. 최적의 노선결정을 위해서는 우리가 획득할 수 있는 다차원의 모든 자료를 획득하여 지형조건과 주변 환경의 분석 외에도 사회경제적인 분석, 문화역사적인 면에 이르기까지 다양한 조건이 포함되어져야 하므로 전문가 집단 뿐 만 아니라 비전문가 집단의 요구

사항도 포함되어질 수 있어야 최적의 솔루션을 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [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.
- [3] 김동문, 유영걸 "도로의 최적노선 결정을 위한 GIS와 AHP의 적용 연구", 대한토목학회논문집, 제21권2D호, pp.247 -247, 2001.
- [4] 연상호, "3차원 공간에서의 철도 시설정보 데이터베이스 설계방안", 2009년 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.186
- [5] 연상호, "철도노선관리에서의 공간 영상콘텐츠 기반 궤적모델생성, 2009년 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp. 29
- [6] 연상호, 이영대, "u-city 를 위한 3차원 공간영상도시모델 생성 및 적용방안", 한국인터넷방송통신, TV학회 논문집, 제8권제1호, pp47-52, 2008