

GIS를 이용하여 교차로를 고려한 도로선형 최적화 모델링

The Road Alignment Optimization Modelling of Intersection Based on GIS

김동하¹⁾ · 이준석²⁾ · 강인준³⁾

Kim, Dong Ha · Lee, Joon Seok · Kang, In Joon

¹⁾ 부산대학교 공과대학 토목공학과 석사과정(E-mail:madstr@hanmail.net)

²⁾ 부산대학교 공과대학 토목공학과 박사(E-mail:jaslee@pusan.ac.kr)

³⁾ 부산대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:kangprof@hanmail.net)

요 지(Abstract)

This study develops modeling processes for alignment optimization considering characteristics of intersections using genetic algorithms and GIS for road alignment optimization. Since existing highway alignment optimization models have neglected the characteristics of intersections, they have shown serious weaknesses for real applications. In this paper, intersection costs include earthwork, right-of-way, pavement, accident, delay and fuel consumption costs that are sensitive and dominating to alignments. Also, local optimization of intersections for saving good alignment alternatives is developed and embedded. A highway alignment is described by parametric representation in space and vector manipulation is used to find the coordinates of intersections and other interesting points. The developed intersection cost estimation model is sufficiently precise for estimating intersection costs and eventually enhancing the performance of highway alignment optimization models. Also, local optimization of intersections can be used for improving search flexibility, thus allowing more effective intersections. It also provides a basis for extending the alignment optimization from single highways to networks. The presented two artificial examples show that the total intersection costs are substantial and sensitive to highway alignments.

1. 서론

본 연구의 목적은 설계와 환경의 요구조건과 도로 설계기준을 만족시키는 최적 선형에 관한 비용모델을 정립하고 최대 이익을 산출하는 선형을 찾기 위해 최적화 알고리즘을 도입한 GIS모델링 기법을 개발하는 것이다.

또한 도로에서 교차로는 효율, 안전성, 속도, 운영비, 수용량등이 설계(AASHTO, 1994)에 크게 작용하기 때문에 도로에서 중요한 요소이다. 교차로의 기능은 완전한 도로 시스템과 사람들이 생활하는 지역에서 아주 큰 영향을 준다. 그러므로 교차로비용은 도로 선형최적화 과정에서 고려되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 도로 선형최적화 알고리즘에 사용할 수 있는 교차로를 위한 비용함수를 적용한다. 이 함수는 교차로의 특징과 비용을 무시한 이전 선형최적화 알고리즘의 심각한 허점을 줄일 수 있다. 교차로를 위해 비용함수는 상세한 비용 공식화들과 광대한 자료 분석을 요구한다.

2. 모델링 알고리즘

여기에서는 도로선형 최적 설계에 관한 알고리즘을 개발을 시도하였다. 도로 선형의 최적화는 도로 설계시 최적화를 위한 좋은 방법이다. 이것은 도로 선형 최적화에서와 마찬가지로 여러 요소가 관련된 아주 복잡한 문제이다. 그러므로 도로 선형 최적화 모델의 장점들을 많이 취하였으며 좋은 모델은 지형

적인 위치와 데이터베이스를 GIS에서 해결하도록 하였다. 도로 선형 최적화를 위해 GIS가 포괄적으로 사용되었으며 몇몇 모델과 알고리즘은 GIS를 바탕으로 만들어졌다.

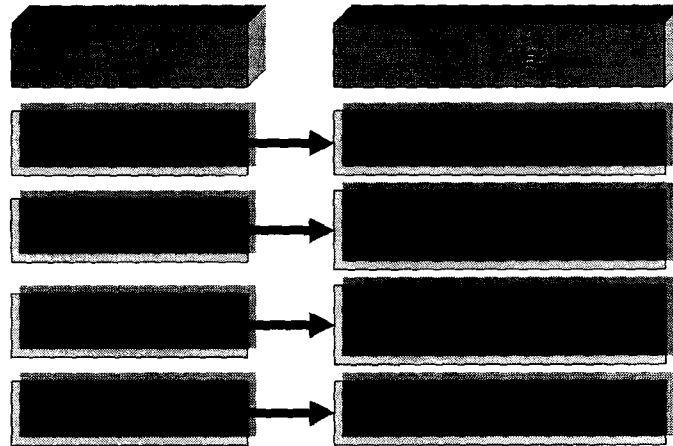


그림 1. 최적화 계산 시 필요한 모듈

3. 교차로에 적용된 비용함수

도로전체의 최적화에 적용된 비용함수는 위치, 거리, 면적, 체적, 사용자에 따른 비용으로 구분을 하였다. 표 1에서와 같이 전체 비용중 사용자비용이 67%나 차지한다. 이는 공급자 측인 도로발주자는 공사비 절감을 위해서 사용자 비용을 소홀히 하는 경향이 있다. 여기서 사용된 도로비용 공식은 한국 도로기준과 시설기준에 맞추어 국내의 도로선형 GIS모델링을 이끌어 내었다.

또한, 본 연구에 적용한 교차로 비용에는 사고, 지연, 연료의 비용인 운영비와 토지구입, 토공, 포장의 비용인 건설비가 있다. 표 2와 같이 교차로 비용은 건설비보다 운영비가 88%정도가 되어 지배적이다. 이는 공사 후 20년 이상의 운영에서 사용자들이 부담하는 비용들에 가중치를 더욱 높이 둔 것이다. 이러한 가중치를 Matlab 프로그래밍에 적용하여 교차로 지역의 선형을 최적화 할 수 있다.

표 1. 도로선형 비용의 종류와 비율

비용의 종류	비율(%)
위치	12
거리	5
면적	6
체적	10
사용자	67

표 2. 교차로 비용의 비율

비용의 종류	비용의 비율(%)
주요 총 교차로비용	100.00
운영비	87.99
- 사고	40.16
- 지연	18.26
- 연료	29.57
건설비	12.01
- 토지구입	0.02
- 토공	11.95
- 포장	0.04

4. 연구대상지에 대한 적용

본 연구에서는 고령~성주간의 수치지도를 이용하여 범위를 설정하였고 수치지도상의 주거지역, 강, 산, 지질도, 등고선도, 경사도, 그리고 도로가 지나갈 수 없는 문화재 보호지역을 고려하기 위해 Autodesk Land Desktop3, ArcView 3.3을 통해 자료를 편집하였다. 편집된 자료를 바탕으로 ArcView

3.3의 Analyst 2.0에서 Grid 지도를 완성하였으며 가중치를 주기 위해서는 Matlab에서 프로그래밍 하였다.

최종적인 선형 최적화를 위해서 이미 구해진 전체적인 선형중에서 예각의 교차로가 있는 국소적인 지역에 대해서는 Matlab에서 사고, 지연, 연료비용의 가중치를 추가하여 최적의 선형을 구하였다.

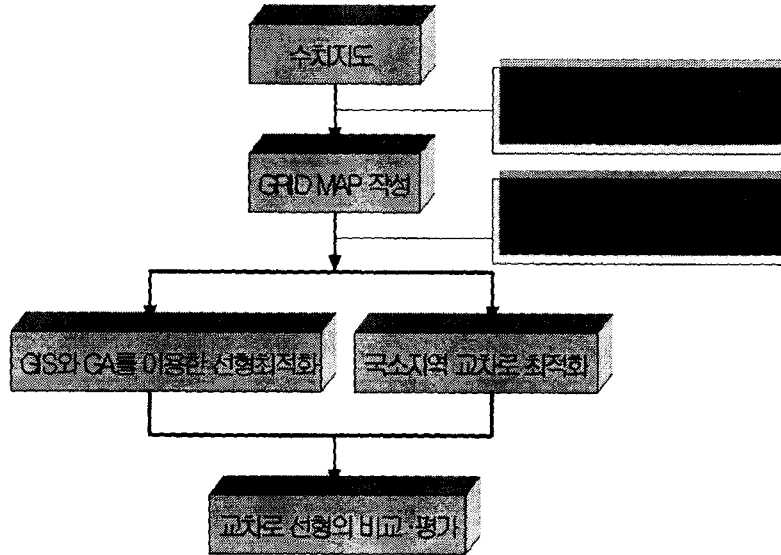
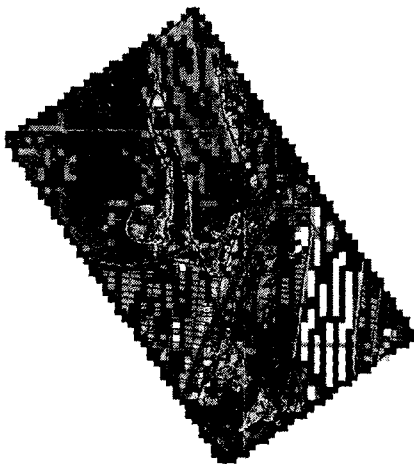


그림 2. 선형최적 구축 흐름도



Shape	Area	Perimeter	Perce	Cost	Area	Size	Sparsity	Zone
Polygon	2370.913	616.144	1	7.90	0.01	61000.00	0.00	1
Polygon	4372.373	286.568	2	14.57	0.05	5000.00	0.00	2
Polygon	3019.689	771.604	3	10.07	0.01	39000.00	0.00	3
Polygon	1202.271	865.286	4	4.01	0.00	106000.00	0.00	1
Polygon	4074.645	627.731	5	13.58	0.01	52000.00	0.00	2
Polygon	5907.107	523.262	6	19.68	0.02	12000.00	0.00	3
Polygon	1641.372	192.500	7	5.47	0.05	87000.00	0.00	1
Polygon	6952.782	494.341	8	23.18	0.03	93000.00	0.00	3
Polygon	24521.462	1165.148	9	81.74	0.02	178000.00	0.00	3
Polygon	4491.453	240.363	10	14.97	0.08	65000.00	0.00	1
Polygon	1636.406	225.827	11	5.65	0.03	191000.00	0.00	2
Polygon	4849.546	855.755	12	16.17	0.01	114000.00	0.00	3
Polygon	784009.508	5853.991	13	1000.00	0.02	0.00	0.00	1
Polygon	1480.767	425.572	14	4.94	0.01	174000.00	0.00	2
Polygon	1501.163	453.244	15	5.00	0.01	42000.00	0.00	3
Polygon	1116.947	148.594	16	3.72	0.05	62000.00	0.00	1
Polygon	7025.940	348.119	17	23.42	0.06	60000.00	0.00	2
Polygon	9536.883	367.732	18	31.99	0.07	91000.00	0.00	3
Polygon	8629.071	308.149	19	32.76	0.10	78000.00	0.00	1
Polygon	8043.530	685.694	20	26.81	0.02	148000.00	0.00	3
Polygon	6596.506	575.639	21	21.99	0.02	12000.00	0.00	1
Polygon	7119.517	260.247	22	23.73	0.11	192000.00	0.00	2
Polygon	800.371	229.879	23	2.67	0.02	59000.00	0.00	2
Polygon	187044.514	1166.413	24	623.48	0.14	199000.00	0.00	3

그림 3. 가중치를 부여한 Grid 변환과 속성데이터

연구지역에서 예각으로 교차하는 2개의 관심지역이 예각으로 교차하였다. 그림 5에서 보여주듯이 옥산교차로에서는 교차로 비용을 고려하지 않고 최적화한 A선형에서 국소지역의 교차로 비용을 적용한 B선형으로 변환 것을 알 수 있다. 이것은 교차의 각도가 33°에서 73°로 변하여 AASHTO(2001)에서 제안한 60°~120°를 만족 시켰다. 그리고 월산교차로에서도 마찬가지로 교차각 33°에서 66°로 변하여 보다 최적의 선형으로 변환 것을 알 수 있다.

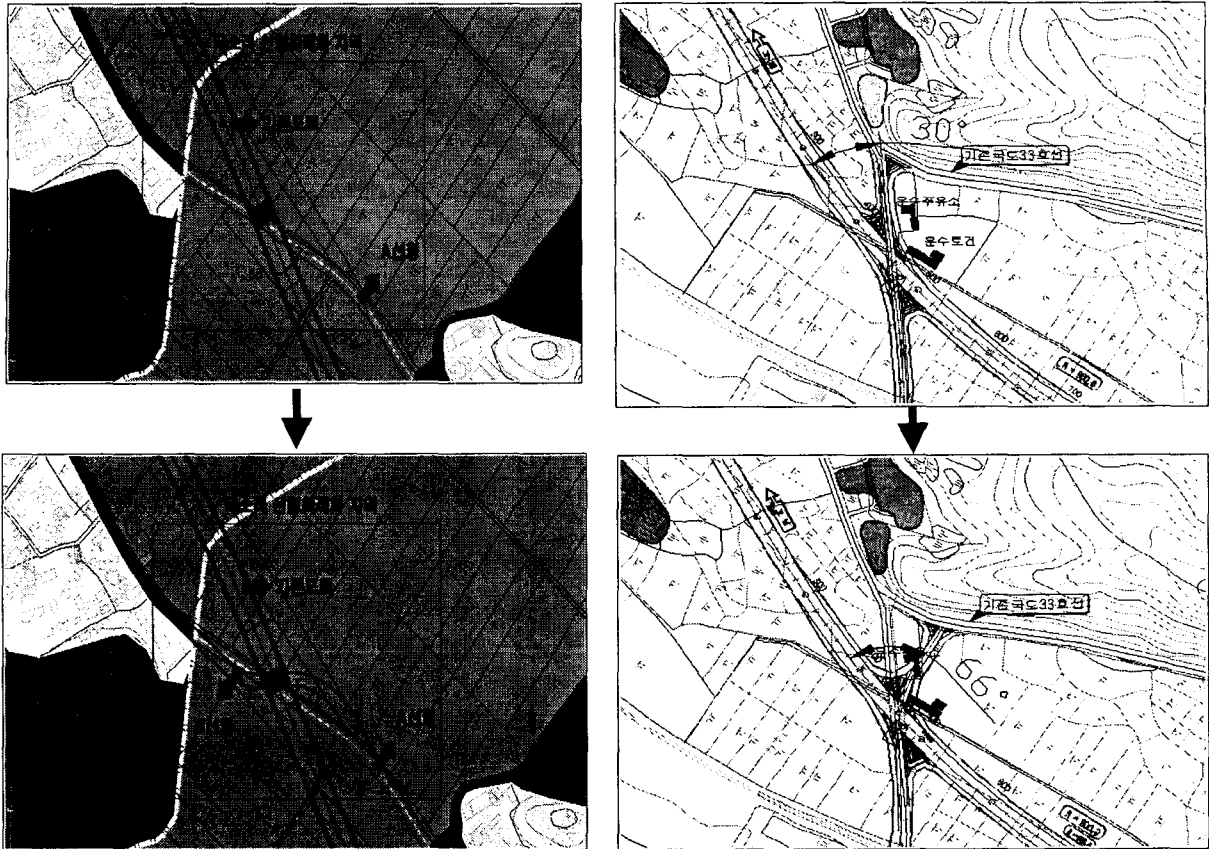


그림 5. 예각으로 교차하는 교차로들의 선형변형

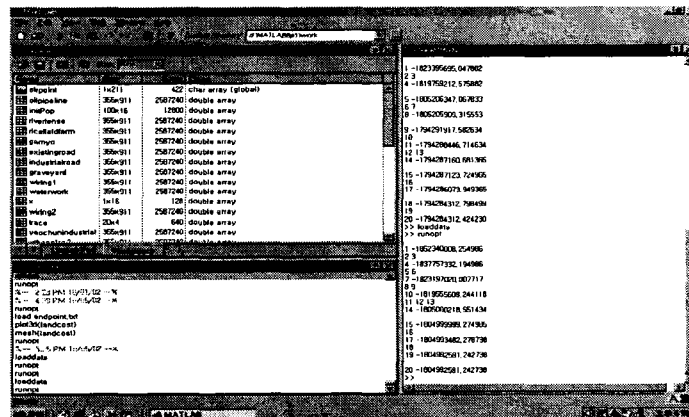


그림 6. Matlab과 유전자 알고리즘을 이용한 프로그램

5. 결론

본 연구에서는 도로 선형 최적화에 대한 중요한 비용들에 대한 공식을 사용하여 GIS 모델링을 만들었다.

첫째, 도로선형 최적화를 위해 교차로 비용인 사고비용, 지면비용, 연료비용, 토지보상비용, 토공비용, 포장비용등에 관한 지형적인 요소를 GIS 데이터베이스를 사용하여 최적화 선형 모델을 만들었으며 이를 이용하여 교차로의 최적노선을 결정할 수 있었다.

둘째, 도로선형 최적화 과정에서 GIS 데이터베이스, GIS소프트웨어와 유전자알고리즘을 연결시켰으며

여러 지역적인 해가 존재하여 반복적인 탐색기법에서 Matlab과 ArcViewrks의 연속적인 데이터교환이 가능하였다.

셋째, 교차로에서 공사비용보다 운영비용(사고비용, 지연비용, 연료비용)이 상당히 큰 비중을 차지하고 있고 총 교차로 비용의 88%에 이르고 있다는 것을 보여주었다. 도로 선형최적화 모델들에 관련된 공식을 포함함으로써 더 정밀한 비용계산을 통하여 더욱 믿을 수 있는 최적선형을 창출하였다.

참고문헌

도로용량편람 개선 연구(1999),교통개발연구원, 한국건설기술연구원, 대한교통학회, 제2권,pp158~177.

이준석(2003), “도로 선형 최적화를 위한 GIS모델링”, 부산대학교 박사학위 논문.

강인준(2002), 측량지형정보공학(Ⅱ), 문운당

AASHTO (1994), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington.

Eungcheol Kim, Manoj K. Jha and Paul M. Schonfeld(2001), "Intersection Cost Modeling for Highway Alignment Optimization".

Jong, Jyh-Cherng (1998), Optimizing Highway Alignments with Genetic Algorithms , Ph. D. Dissertation, University of Maryland, College Park.

Jha, Manoj K. (2000), A Geographic Information Systems -Based Model for Highway Design Optimization, Ph. D. Dissertation, University of Maryland, College Park.