

IT기술을 이용한 지능형 도로설계

김일평, 정태규

I. 서론

국가경제 부흥을 위한 기본적인 3가지 조건 중의 한가지로 잘 계획되고 설계된 도로건설을 꼽을 수 있다. 그 이유는 초기투자비의 집중도가 높긴 하지만 그 효과는 산업전반에 걸쳐 투입건설비의 수백배 이상의 고부가가치를 창출할 수 있기 때문에 개발도상국이나 선진외국 할 것 없이 도로건설사업의 중요성을 깨닫고 투자수익 극대화를 위해 각종 설계검토기법을 자국 환경에 맞게 개발하고 있는 점 등은 우리에게 시사하는 바가 크다 하겠다.

일반적으로 도로설계를 할 때는 시설기준이나, 지방서 등에 맞게 기하구조나 구조물 형식 등을 정하여야 하며, 또한 자연적 조건, 사회적조건, 환경조건 등에도 부합되고, 동시에 가장 안전하고 경제적인 설계가 되어야 한다. 즉, 도로설계에 영향을 미치는 수많은¹⁾ 인자들을 동시에 고려하여 최적의 결과를 도출하여야 한다. 경제가 발전하고, 사회 구성원들의 요구가 다양해짐에 따라 고려하여야 하는 인자의 종류나 숫자도 크게 늘어남에 따라 모든 조건을 빠짐없이 합리적으로 고려하여 최적의 도로설계를 한다는 것이 갈수록 어려워지고 있는 것이 현실이다. 더구나 시설기준에 정량적으로 명시되어 있는 기준에 맞추는 것은 그런대로 용이하나 이러한 정량적인 인자보다는 기술자의 경험이나 주관에 의해 판단 될 수밖에 없는 정성적인 인자들이 훨씬 많다는 것이 최적 도로설계를 더욱 어렵게 하고 있는 것이다. 또한 의사결정이 어려우므로 설계소요기간도 길어지고 그에 따라 인력의 낭비도 초래하게 되며, 오랜 기간 검토를 한 설계 결과에 대한 확신도 어려워지게 된다. 이렇게 기술자 개인의 경험이나 주관적인 판단에 의한 설계

김일평 : 국토해양부 교통정책실 간선도로과, ipkim33@mltm.go.kr, 직장전화:02-2110-8718, 직장팩스:02-502-0340
정태규 : 국토해양부 교통정책실 간선도로과, jeongtae@mltm.go.kr, 직장전화:02-2110-8721, 직장팩스:02-502-0340

가 이루어짐으로 해서 객관성과 합리성이 결여된 설계가 됨으로서 사회구성원들의 집단 민원을 야기하게 되고 국가 예산의 비효율적인 집행과 더 나아가서 부실공사를 초래하게 되는 경우가 빈번하게 발생하게 된다. 그러므로 이를 최소화하는 정보기술을 이용한 새로운 도로설계 시스템의 중요성 및 필요성이 대두되게 되었다.

II. 본론

1. 지능형 도로 최적설계

21세기는 정보화 시대로, 정보기술이 고도로 집중되고 신속히 발전하는 디지털 시대이다. GPS, GIS 등 IT기술의 개발로 국가 인프라 시설인 도로 설계 분야 역시 정보화 시대로 진입하고 있으며, 진정한 의미의 정보화를 실현하기 위해서는 디지털화가 선행되어야 한다.

도로는 국토의 균형적 발전과 국가 및 지역 경제 활성화를 주도하는 중요한 사회간접자본 시설로서 현재 자동차 보유대수가 1,500만대가 이미 초과하였고 앞으로 날로 증가하는 자동차 교통을 원활하게 소통시킬 수 있는 미래 도로교통망 확충이 당면 과제가 되었으며, 21세기 사회가 요구하는 안전하고 인간중심의 생활도로를 경제적으로 건설하려면 도로계획 및 설계단계부터 디지털화 된 지능형 최적설계 프로그램이 필요하다.

현재, 상용화가 되어 우리나라에서 널리 사용되고 있는 몇몇 도로설계 자동화 프로그램들이 있으나 이것들은 사람이 결정한 선형에 대해 단순 공사비 산출 및 도면 작성을 위한 실시설계 프로그램일 뿐 최적설계가 불가능하므로 도로정책 입안자나 도로 발주청 및 주민들에게 객관적인 정보를 제공하지 못해 지능형 도로설계라고 말 할 수 없다.

지능형 도로설계 기술은 디지털 체계에 바탕을 두고 도로 계획, 조사, 설계단계부터 지리정보시스템을 토대로 구축된 입력자료와 선형 탐색 알고리즘을 이용하여 컴퓨터 스스로가 수많은 선형을 비교, 분석하여 최적의 선형을 도출하는 최신 IT기술이다.

지능형 도로설계 기술의 핵심 요소인 도로선형최적화는 이론적으로 무한한 노선

대안들 중에서 목적함수((예) 공사비 등)를 최소화하는 동시에 다양한 설계계약요소(교량, 터널, 교차로, 인터체인지 등의 구조물 요소, 환경, 지역정서 및 정치적으로)들을 만족시키는 최적노선대안을 탐색하는 것으로 정의할 수 있다^{2,3)}.

도로선형최적화를 위해 개발된 모형은 평면선형최적화모형, 종단선형최적화모형, 3차원 도로선형최적화모형 등 크게 3가지 유형으로 정리될 수 있으며, 이들 모형들에는 7가지의 탐색알고리즘들(Genetic Algorithms, Calculus of Variation, Network Optimization, Linear Programming, Dynamic Programming, Enumeration 및 Numerical Search)이 사용되어 왔다. 이 중 유전자 알고리즘(Genetic Algorithms)을 제외한 나머지 탐색알고리즘들은 도로선형최적화의 목적함수처럼 미분이 불가능(non-differentiable)하고 국소적인 최적점이 많이 존재(local optimum)하는 경우에는 적용함에 있어 불리한 특징을 가지고 있으며, 특히, 공간상의 부드러운 곡선 표현 등 도로선형의 기본적인 특징을 표현하는 데에 한계가 있으므로 유전자 알고리즘(Genetic Algorithms)이 도로선형최적화를 위해 가장 유용한 탐색알고리즘으로 알려져 있다^{2,4)}.

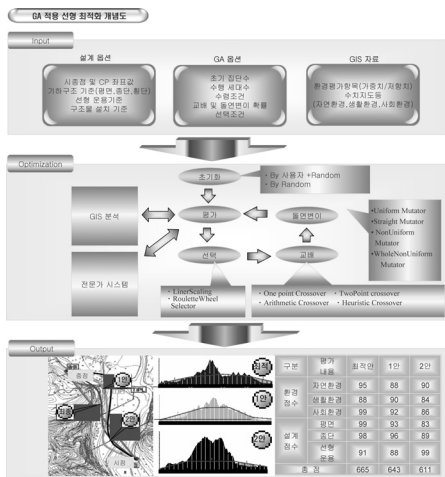
지능형 도로 최적설계 기술이 개발된다면, 도로 건설 사업에서 중요한 부분을 차지하는 조사, 계획, 설계단계에서 단순작업에서만 정보기술을 사용하여 작업효율성을 높였을 뿐, 실제적으로 고도의 분석 및 판단이 필요한 최적설계 기법은 거의 수작업, 즉, 기술자의 주관적인 판단에 의존하는 현재의 도로설계 시스템을, 지능형 도로 최적설계 프로그램을 이용함으로써 신속하고 정확하게 최적설계를 실시하게 되어 도로 사업비의 절감은 물론이고 부실공사 방지, 국가 물류비용 절감 등을 가져올 수 있으며, 다양한 평가항목에 따른 노선선정 및 선형설계가 가능하므로 각종 민원들에 대한 객관적인 민원 해결의 중요한 역할 및 대민 서비스가 신속정확하게 전달되므로 도로건설 사업이 지연되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 설계경쟁력을 제고 시킴으로서 현재의 도로설계 능력을 몇 단계 끌어올리는 고품격 도로설계 시스템을 갖추어서 고부가가치 산업인 설계용역의 해외진출도 가능하리라고 볼 때, 그 경제, 산업적 효과는 막대하리라 예상된다.

현재 사용되고 있는 일반적인 도로설계 방법과 지능형 최적선형 설계방법의 차이를 간략하게 비교하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 도로설계 방법 비교

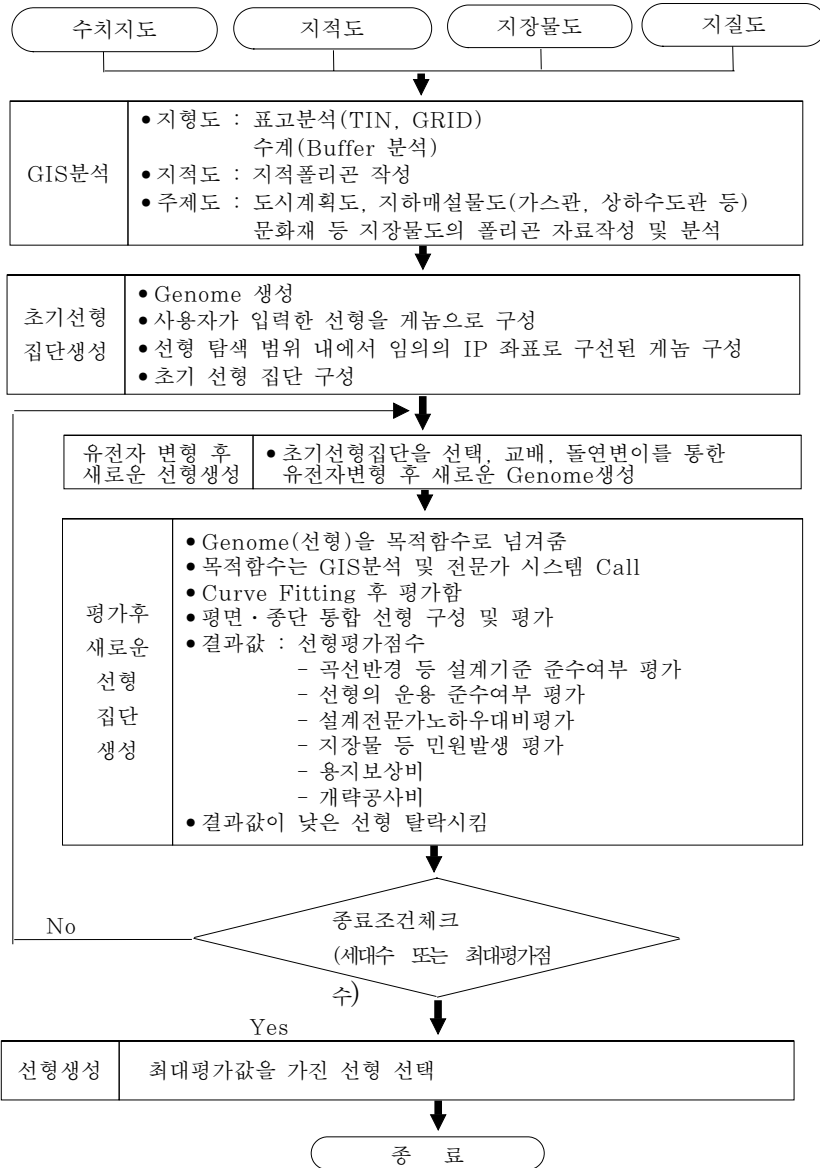
구분	현행도로설계방법	지능형최적선행설계
현황조사	- 도면, 현장답사, 해당기관 방문 등을 통하여 자료 수집	- 향후 거의 모든 지장물 등의 주제도가 수치 지도화 예상 - 자료조사 시간 단축 가능
선행설계	- 현황조사된 자료를 수치지도상에 표현 - 설계자가 S/W를 이용하여 IP 위치, 곡선반경 등을 직접 설정 - 중단, 횡단 검토 후 평면 수정 - 위 과정을 계속 반복하여 최적 선행 결정	- GIS 분석을 통해 조사된 모든조사자료를 정량화 - 탐색알고리즘과 전문가지식 베이스를 이용하여 수만 개의 선행 중에서 최적 선행 선정 - 선행설계시간 단축 - 객관적인 최적 선행 도출 가능

세계적으로도 초보단계에 있는 지능형 도로 최적설계 기술은 최근, 국토해양부를 통한 국책과제로서 시작되어 현재, 실용화를 위한 연구가 진행되고 있다. 본 연구는 도로 설계 시 고려하여야 하는 정량적, 정성적 인자들을 정리, 분류하고 경험 많은 기술자들의 노하우를 지식 베이스화 한 후, GIS 공간 분석 기술과 우수한 탐색알고리즘(유전자 알고리즘) 등을 이용하여 신속하게 객관적이고 합리적으로 도로 최적설계를 가능하게 하는 『지능형 도로 최적설계 프로그램』을 개발하는데 그 목적이 있다^{1,5)}. 또한, 지능형 도로 최적설계 프로그램에 상용 실시설계 프로그램이 접목되어 일괄적으로 기본설계 및 실시설계가 가능하며, 최종적으로는 최적설계 보고서 및 도면이 출력되게 된다.

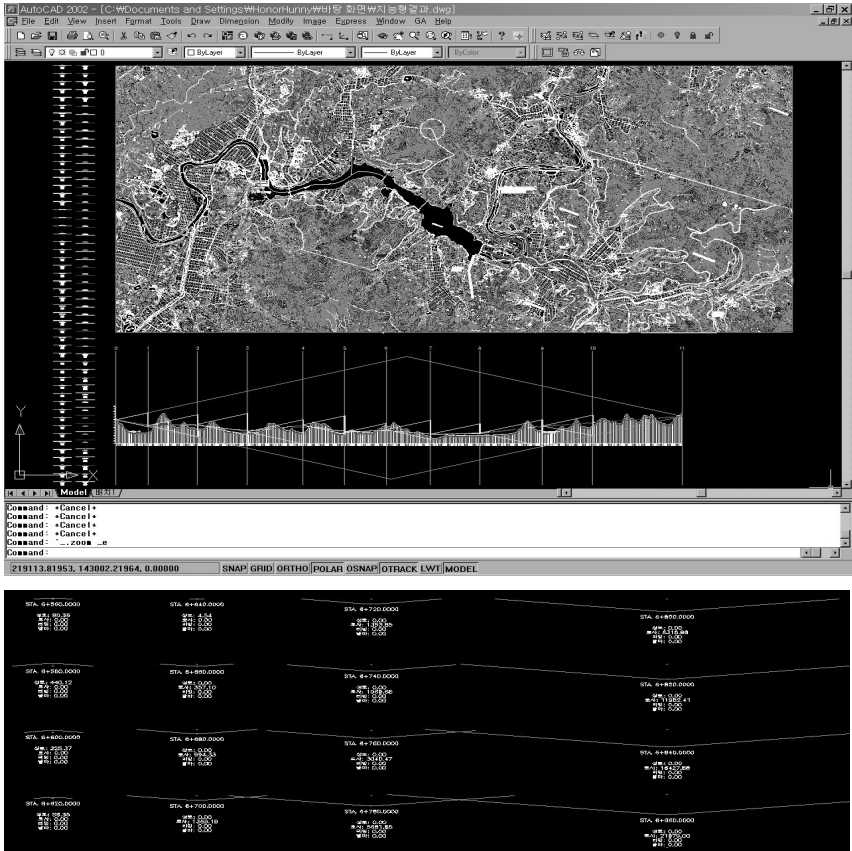


〈그림 1〉 연구개발 개념도

지능형 도로 최적설계 프로그램의 개념도 및 흐름도는 <그림 1>, <그림 2>와 같으며, 최종 도로선형(중단 및 평면) 출력화면은 <그림 3>과 같다.



<그림 2> Program flow chart



〈그림 3〉 도로선형(평면, 종단, 횡단) 출력 화면

III. 결론

지능형 도로 최적설계 프로그램은 크게 구분하여 GA, GIS분석, 전문가 시스템을 통합 적용하여 컴퓨터 내부에서 수많은 선형을 비교, 분석하여 최적의 선형을 도출하는 시스템이다. 그동안의 연구를 바탕으로 위의 3가지 핵심기술들의 융합·접목을 통해 도로선형 최적설계가 가능함을 확인하였으나, 아직은 데이터 처리에 따른 프로그램 수행시간의 과다소요, 메모리 용량과다 및 정확성 측면에서 완벽하지 못한 문제점을 갖고 있다. 따라서, 현재 실용화 연구를 통해 이러한 문제점들을 보완하고 있으며, 지속적인

upgrade를 통해 실무 적용성을 제고시켜 나간다면 국내 도로설계 분야의 기술향상은 물론이고 세계 최초의 지능형 도로선형 최적화 기술 보유국이 되어 국가 이미지 제고 및 경쟁력 향상을 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 참고문헌

1. 박태권(2005), “지능형도로 최적설계 프로그램 개발”, 최종보고서, 국토해양부.
2. 김응철·김홍석·강진구(2004), “도로선형최적화를 위한 유전자 알고리즘내 주요매개변수들의 민감도 분석”, 대한토목학회 논문집, 제24권 제5D호, 대한토목학회, pp.729~736.
3. Jong, J. C.(1998), “Optimizing Highway Alignment with Genetic Algorithms”, University of Maryland, College Park. Ph. D. dissertation.
4. Jung, J. C. and P. Schonfeld(2003), “An Evolutionary Model for Optimizing Three-Dimensional Highway Alignments”, Transportation Research, Part B, 37B(2), pp.107~128.
5. 서기훈·박태권·김홍래·지동한(2006), “지능형 도로최적설계 프로그램 개발”, 한국도로학회 학술발표회 논문집, 대한토목학회.