The Journal of GIS Association of Korea, Vol.8, No.1, pp.117-130, April 2000

GIS를 활용한 교통시설사업의 노선선정 방법 연구

양광식*

A GIS-Based Method for Route-Alignment in Transportation Infrastructure Projects

Kwang-Sik Yang*

요 약

본 연구는 교통시설사업의 기본계획에 지리정보시스템(GIS)을 활용한 공간분석(spatial analysis)을 이용하여 교통효율성과 환경영향, 장래 국토계획의 목표, 도시영향 그리고 건설가능성 및 경제성을 통합하여 고려할 수 있는 노선선정의 방법론을 개발하기 위하여 시도되었다. 본 논문은 총4장으로 구성되어 있으며 1장 서론에서는 연구의 배경, 목적 그리고 연구범위와 방법을 정립하였으며 2장에서는 교통시설사업의 노선선정 방법론의 개발을 위한 목표설정과 방법론의 수행과정을 설명하였다. 3장에서는 개발된 방법론을 독일의 노이스(Neuss)와 그로벤브로히(Grenvenbroich)간의 도로건설을 위한 노선선정 프로젝트에 적용하였으며 본 방법론의 평가와 이용가능성을 결론으로 제시하였다.

주요어 : 지리정보, 공간분석, 교통계획

ABSTRACT : This paper presents a GIS-based method of spatial analysis that can be applied to the line determination in traffic infrastructure projects. It is based on the spatial analysis of the sensitivity or suitability of areas relating to the integration of new infrastructure routes, carefully considering the requirement of intervention optimizing. It makes the comparison of alternatives and a final selection of a "best route" easier, offers new possibilities and simplifies and accelerates the whole process of line determination. The developed method for route-alignment is tried out by an example project for road planning in Germany. It points out that during the line determination all aspects can be equivalently and adequately evaluated. So this method is well suited as a new tool within a line determination procedure and can bring enormous advantages in the planning process of traffic infrastructure projects.

Key word : GIS, Spatial Analysis, Transport Planning

* 국토연구원 GIS연구센터 책임연구원(GIS Center, Korea Research Institute for Human Settlements, Research Assistant)

1. 서 론

인프라시설의 건설은 긍정적이든 부정적이든 혹은 직접적이든 간접적이든 사회·경제전반에 많은 영향을 초래한다. 보다 합리적인 평가와 의사결정이 이루어지기 위해서는 전체 계획과정에서 다양한 계획적·정책적요구(planning and political requirements)들이 체계적으로 고려되어야 하며 이러한 요구들은 사업대상지역에 대한 폭넓고 광범위한 공간분석(spatial analysis)을 통해 수용되어 한다. 우리나라의 경우 교통시설사업의 사업노선이 교통수요예측에 기초하여 선정된 대안을 토대로 교통효율성이나 경제성 같은 한정된 평가요소들만을 평가요소로 이용하여 사업노선을 확정하여 왔다. 때문에 사업집행을 위한 주민설명회 및 공청회시 환경피해와 같은 많은 지역문제가 제기되고 공사시 해당주민들의 민원제기로 사업계획의 변경 및 공사지연을 경험한 바 있다. 이러한 문제의 원인은 첫째는 투자사업의 의사결정에서부터 계획과 집행까지 다양한 사업영향을 고려할 수 있는 계획체계(planning system)가 미비하기 때문이며 둘째는 다양한 사업영향을 평가하여 합리적인 사업노선대안을 도출할 수 있는 구체적인 평가요소나 평가방법론이 부재하기 때문이다(양광식, 1999). 첫 번째 과제는 추후 별도의 연구를 통해 해결하도록 하고 본 연구는 두 번째 문제해결에 초점을 두었다. 따라서 본 연구는 교통시설사업의 기본계획[1] 즉, 사업영향을 결정하는 노선선정단계에 지리정보시스템(GIS)을 활용한 공간분석(spatial analysis)을 토대로 교통효율성, 환경영향, 장래 국토계획의 목표, 도시영향[2] 그리고 건설가능성 및 경제성을 통합하여 고려할 수 있는 방법론을 개발하는데에 목적이 있다. 본 연구에서는 인프라시설의 건설시 요구되는 계획적·정책적 목표(평가범위)를 교통효율성, 환경영향, 국토 및 도시영향 그리고 경제성의 4부분으로 구분하고 각 부분별 평가요소와 평가방법을 개발하였다. 평가결과는 사업실시에 따른 공간저항(spatial resistance)라는 개념을 도입하여 집합하였으며 평가목표별 공간저항도에 마찰계수(friction value)를 이용하여 각 평가목표를 달성하기 위한 최소비용경로의 선정방법과 선정된 노선대안을 비교·평가하는 방법을 개발하였다. 본 연구를 통해 개발된 방법론을 독일의 노이스(Neuss)와 그로벤브로히(Grenvenbroich)간의 도로건설을 위한 노선선정 프로젝트에 적용하였으며 본 방법론을 한국에 적용하기 위한 제반과제들을 결론으로 제시하였다. 한편 분석자료의 공간데이터베이스는 MapInfo를 이용하여 구축하였으며 공간저항분석과 최소비용경로선정 그리고 노선대안비교분석은 래스터데이터를 이용하였으며 IDRISI-GIS를 분석도구로 이용하였다.

2. GIS를 활용한 교통시설사업의 노선선정 방법 개발

2.1 목표설정

1) 교통시설사업의 기본계획이라함은 사업노선을 결정하는 단계를 의미하는 것으로 기본계획의 목표는 사업의 경제적 타당성을 평가하는 문제 즉, 투자여부의 결정에 있기보다는 "어떻게 효율적인 사업노선을 결정할 것인가"에 있다. 우리나라의 경우 그동안 이 두 문제가 사업타당성조사속에서 동시에 평가, 계획되어 왔다. 이는 정책결정(사업의 경제적 타당성), 기본계획 그리고 기본설계등과 같은 체계적인 계획수립이 이루어지지 못하고 있다. 이러한 문제점을 보완하는 차원에서 정부는 "공공사업의 예비타당성조사(preliminary feasibility study)"를 실시하고 있으나 아직 미진한 실정이다.

2) 도시영향(urban impact)이란 도로와 같은 인프라시설건설이 도시내 특히, 시가지지역(built-up area)내 주민들에게 미치는 영향을 의미하는 것으로 독일의 경우 인프라시설 건설시 환경영향과 함께 매우 중요한 평가부분으로 고려되고 있다(Baum, 1996; 양광식, 1999)

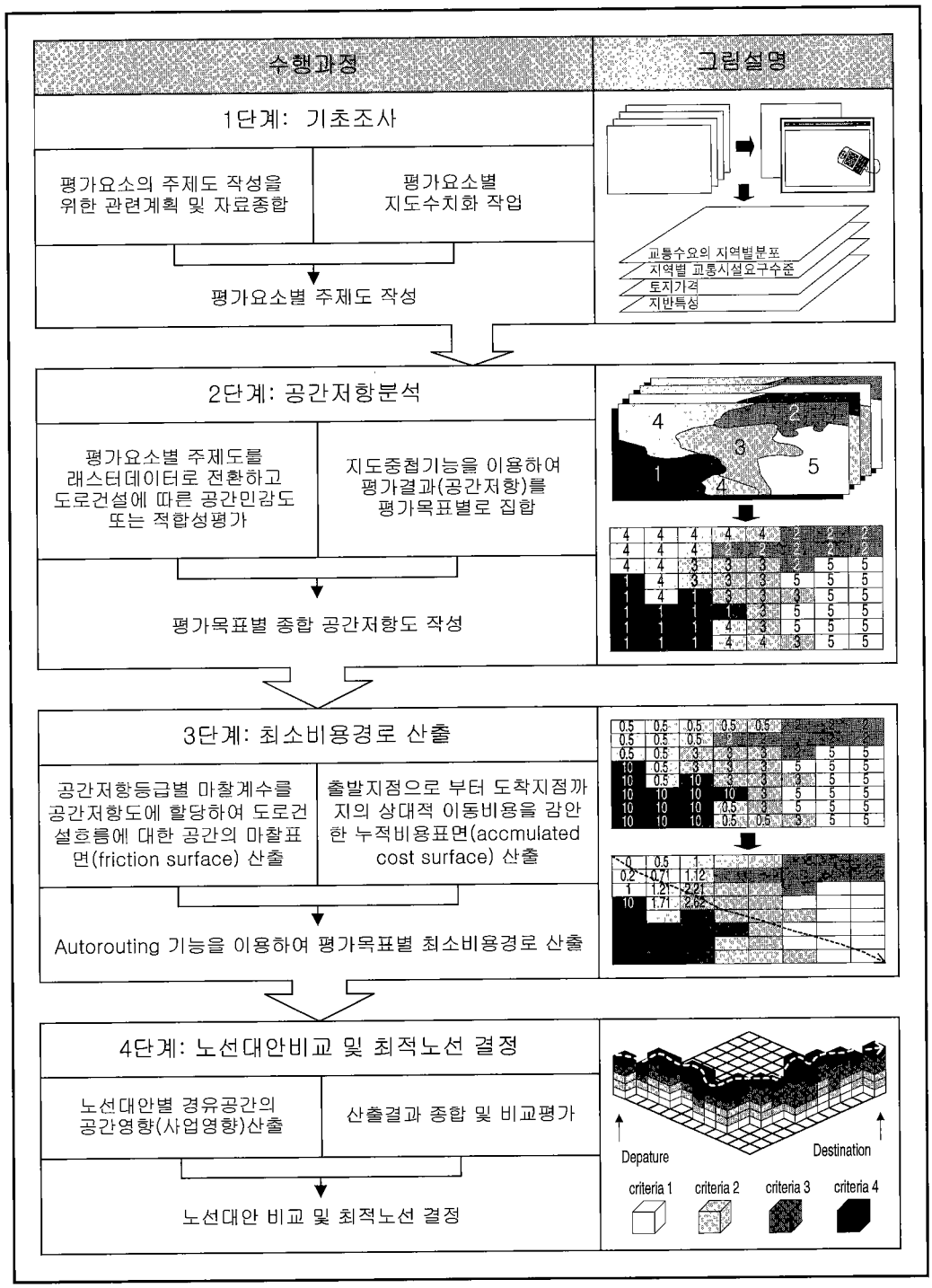
일반적인 계획과 같이 교통시설사업도 현재 지역내 교통환경에 대한 불만족(교통체증)과 희망사항(보다 양질의 교통서비스에 대한 요구)이 제기되고 이를 개선하기 위한 방안의 하나로 신규시설건설사업을 추진하게 된다. 교통시설건설에는 추진주체(주로 중앙정부나 지방차지단체)와 해당주민의 다양한 계획적·정책적 요구들이 반영되어야 하며 계획가는 이를 종합한 합리적인 해결방안을 제시하여야 한다. 교통시설사업의 건설시 요구되는 것들은 보다 원활한 교통소통, 건설로 인한 사회·경제적 효과의 증대 그리고 사업으로 인한 공간내 자연환경(natural environment)과 인간생활환경(human being environment)의 침해의 최소화로 요약할 수 있다(Ruske, 1986; Schnuell, 1989). 이러한 요구들의 종합과 동시에 교통시설사업의 노선결정을 위해서는 각 영향요소들의 평가결과가 동등하게 고려(balanced consideration)되어야 하는 문제 또한 반영되어야 한다(Yang, 1999). 본 연구에서는 교통시설사업의 건설시 고려되어야하는 계획적·정책적 목표를 관련법규와 지침을 근거로 교통효율성증대,

〈표 1〉 교통시설사업의 노선선정을 위한 평가목표, 평가요소 그리고 평가방법

평가목표		평가요소	평가방법
교통	교통 효율성 최대화	교통수요의 지역별 분포*	교통존간 기·종점통행량을 공간상에 분산추정
		지역별 교통시설 요구수준	지역별 인구규모를 기준으로 서열등급화
환경	환경영향 최소화	여가공간	여가공간의 분포면적, 시설종류 및 지역별중요도를 기준으로 서열등급화
		동·식물	동·식물분포면적 및 종류를 기준으로 서열등급화
		지하수	분포면적과 수질을 기준으로 서열등급화
		수자원보호구역	수자원보호구역 면적 및 등급을 기준으로 서열등급화
국토 및 도시계획	국토계획 목표반영	국토계획요소*	노선연결의 지역별 중요도를 지역내 분포도시의 기능별 중요도 지수를 적용하여 분산추정
		지역거점성장가능성*	지역별 고용자수를 기준으로 공간상에 분산추정
	도시영향 최소화	교통완화정도	교통혼잡구간으로부터의 반경(500m)을 기준으로 서열등급화
경제성	건설 및 유지보수 비용 최소화	토지가격	토지가격을 서열등급화
		지반특성	도로건설에 대한 토질의 지반적합성을 서열등급화
		노반 동결심도	토질의 동결심도를 서열등급화
		경사도	경사도를 서열등급화

주 : *표시는 정량적 분석변수임

3) 본 연구에서는 독일의 관련법규와 지침을 토대로 목표를 설정하였다. 그러나 이 목표는 계획의 일반적 상위목표를 의미하는 것으로 적절한 검토과정을 통해 한국에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 1] GIS를 활용한 교통시설사업의 노선선정 과정

환경영향의 최소화, 국토정책목표 반영과 도시영향의 최소화 그리고 건설과 유지보수에 따른 비용의 최소화로 설정하였다. 각 부분의 평가목표, 평가요소 그리고 평가방법은 <표 1> 과 같다.

2.2 GIS를 활용한 교통시설사업의 노선선정 방법

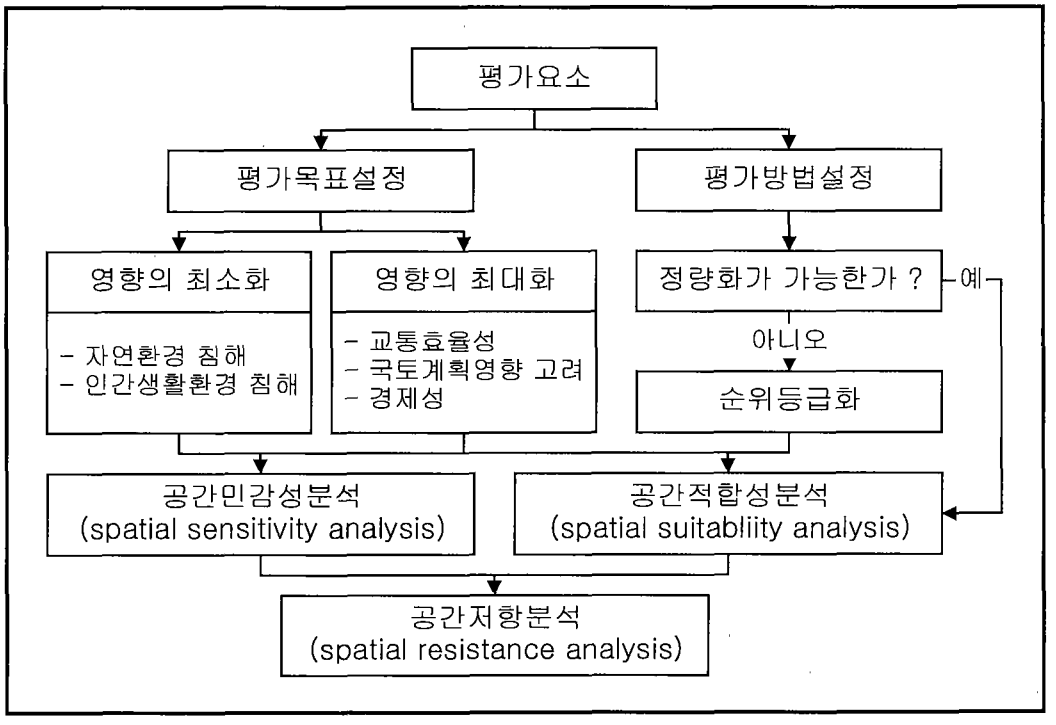
GIS를 활용한 교통시설사업의 노선선정 과정은 공간데이터베이스를 구축하는 기초조사와 공간저항분석, 최소비용경로선정 그리고 대안비교분석 및 최적노선결정을 위한 4단계로 구성되어 있다.

1) 기초조사

연구대상지역내 설정된 각 평가항목들의 수치지도작성을 위해 지역내 지역개발계획도, 토지이용계획도, 지역별 상세계획도등을 수집한 후 이를 통대로 각 평가항목에 해당하는 지역(polygon)을 수치지도화하여 평가항목별 주제도(thematic map)를 작성한다.

2) 공간저항분석

기초조사를 통해 평가요소별 주제도가 작성되면 도로건설에 따른 공간저항분석을 실시한다. 공간저항분석이란 독일에서 1970년대 후반부터 인프라시설의 건설이 해당지역에 미치는 영향을 분석, 이를 토대로 합리적인 의사결정을 하기 위해 이용되기 시작한 분석방법론이다(Scholles, 1999). 이 분석은 공간의 구성인자인 자연환경(natural environment)과 인간생활환경(human living environment)은 하나의 생물체(biological organic)와 같이 공간변화를 초래하는 행위(development) 또는 자극(impulse)에 대해 항상 반응(reaction)하며, 그 반응(저항)의 크기는 미



[그림 2] 공간저항분석의 개념과 과정

치는 영향의 종류(type), 강도(intensity), 공간특성 그리고 공간내 평가요소의 중요성에 따라 다르게 나타난다는 것을 전제로 한다. 때문에 공간저항(spatial resistance)은 "일정개발(사업)에 대한 해당 지역(공간)의 적합성 혹은 민감성을 총칭하는 개념"으로 공간수용성(spatial digestibility) 혹은 공간민감성(spatial sensitivity)으로도 이용된다(Ruske, 1994; Witte, 1995; Huber, 1996). 공간저항이 높다는 의미는 그 만큼 일정사업의 평가항목에 대한 침해(피해)정도가 "높다" 혹은 "많다"라는 것을 의미하며 관련법규와 상위계획 그리고 영향요소별 전문가의 진단등을 기초로 평가된다. 본 연구는 이러한 공간저항개념에 사업실시(개발)는 영향피해의 최소화도 동시에 영향의 최대화를 도모할 수 있어야 한다는 측면에서 도로건설에 따른 공간적 합성을 공간저항분석에 통합하였다.

<그림 2>에서 보는바와 같이 공간저항분석을 위해서는 먼저 평가요소에 대해 평가목표와 평가방법을 설정한 후 평가요소의 특성별로 공간민감성분석 혹은 공간적합성분석을 실시한다. 평가요소의 정량화가 가능하지 않은 정성적변수의 경우 평가요소의 법적, 지역적 중요성에 따라 민감도는 "매우 높음, 높음, 중간, 낮음, 매우 낮음"으로, 적합성은 "매우 좋음, 좋음, 중간, 나쁨, 매우 나쁨"으로 서열등급화하여 표시하고 이를 도로건설에 따른 공간저항(spatial resistance for road construction)"이라는 개념하에 집합한다. 한편 정량화가 가능한 평가요소는 평가요소의 공간분포지수를 등급화하지 않고 그대로 공간민감도나 공간적합성으로 이용한다. 그 이유는 최소비용경로선정의 토대가 되는 공간저항분석시 정량화가 가능한 변수를 등급화(정성적변수화)할 경우 정량적 변수의 미미한 차이를 무시하고 서로 다른 등급으로 분류되어 상이한 분석결과가 도출될 우려[4]가 있기 때문이다.

3) 노선대안선정

공간저항분석을 통해 도출된 공간저항도상(래스터데이터표면)에 최소비용경로를 선정하는 과정은 크게 마찰표면산출(generation of friction surface), 비용표면산출(generation of the accumulation cost surface) 그리고 최소비용경로 산출(determination of the optimum path)로 구분된다(Stefnakis and Kavouras, 1995). 먼저 공간저항성도면에 노선건설을 위한 출발점과 도착점을 디지타이징하고 다시 래스터데이터화하는 준비과정을 완료한 후 공간저항분석결과를 토대로 마찰표면을 작성한다[5]. 마찰표면작성을 위한 마찰계수 즉, 출발점으로부터 도착점까지의 공간상의 이동에 수반되는 비용은 다음과 같이 정의 할 수 있다. 예를 들어 공간저항을 5등급으로 평가 한 경우에는 3등급지역 즉, 도로건설에 따른 공간저항도가 "중간(Level III)"인 지역을 기준으로 하여 마찰계수 "1"을 부여하고 이를 상대값으로 하여 공간저항도가 "낮은지역(Level IV)"는 0.5 그리고 매우 낮은지역(V)은 "0.25" 를 마찰계수를 부여하고 상대적으로 공간저항도가 "높은지역(Level II)"은 마찰계수 "5" 그리고 아주 높은지역(Level I)은 "10"으로 부여하면 된다. 이러한 등급별 마찰계수에 의해 분석결과가 상이하게 나타날 수 있으므로 이 단계에서는 계획가와 정책결정가간의 협의가 전제되어야 한다. 마찰표면이 산출되면 두 번째 단계에서는 마찰계수를 이용하여 출발점으로부터 도착점까지의 이동비용을 전체지역에 대해서 계산한 누적비용표면(accumulated cost surface)을 구한다. 그리고 세번째 단계에서는 이 누적비용표면상에 최소비용경로를 산출하고 이를 백터데이터로 전환하여 기본도면에 표시하면 된다.

4) 예를들어 교통수요의 지역별분포 결과 19,000대/시와 21,000대/시의 경우 차이는 미미함에도 불구하고 서열등급화 할 경우 서로 다른 등급으로 분류될 수 있다.

5) 공간저항등급별 마찰계수의 부여과정은 정성적 평가요소에 해당하는 작업과정으로 정량적 평가요소는 공간상의 분포된 공간저항지수를 그대로 마찰계수로 이용할 수 있다.

4) 노선대안비교 및 최적노선 결정

각 평가목표를 충족시키는 최소비용경로는 최적의 건설노선결정을 위한 노선대안으로 받아들여 이를 다시 공간저항개념을 이용하여 대안별 사업영향을 비교한다. 이를 위해 먼저 노선

<표 2> 공간저항등급을 이용한 대안비교방법

공간저항 등 급(A)	각 평가항목별 노선경유지역의 픽셀수 (B)					A * B
	교통효율성	환경친화성	국토계획목표	도시영향	경제성	
1						Σ * 5
2						Σ * 4
3						Σ * 3
4						Σ * 2
5						Σ * 1
						노선대안의 공간저항합계

주 : 빈칸은 노선대안의 경유지역(passing area)의 픽셀수를 의미함

경유공간의 픽셀수를 구하고 여기에 공간저항등급 지수를 곱하여 이를 종합하면 각 노선대안의 건설에 따른 공간영향(사업영향)이 산출된다. 이 결과는 노선대안비교를 위한 근거를 제공하며 이를 토대로 대안별 우선순위를 결정할 수 있다(<표 2>).

3. 적 용

3.1 사례지역 개요

본 연구를 통해 개발된 방법론을 독일의 고속도로 46호선과 57호선의 노이스(Neuss)와 그로벤브로히(Grenvenbroich)구간에 적용하였다. 연구대상지역의 총면적은 120.5km^{2}이며 대도시권 지역과 인접해 있으며 개발밀도가 비교적 적은 농촌지역이다(<그림 3> 참조).

3.2 기초조사 및 자료구축방법

공간데이터베이스의 구축은 MapInfo를 이용하였으며 구축된 공간데이터는 "MapInfo Interchange Format"으로 export한 IDRISI-GIS의 모듈 "IMPORT"와 "POINTRAS"를 이용하여 import한 후 모듈 "EDIT"를 이용하여 MapInfo에서 작성한 지리좌표(Georeferenced)를 확인한 후 350*250의 래스터데이터(이미지로)로 전환하였다. 한편 속성자료는 "ASCII-Format"으로 export한 후 IDRISI Database Workshop로 import하여 공간저항분석을 위한 공간데이터베이스를 구축하였다.

3.3 공간저항분석

앞서 설명한 바와 같이 경유지역에 대한 공간민감도가 증가할 수록 또는 노선경유를 위한 공간적합성이 감소할 수록 공간저항이 크므로 본 연구에서는 도로건설에 따른 평가요소의 민감도와 적합성을 공간저항이라는 개념을 통해 집합하였다(<그림 4> 참조).

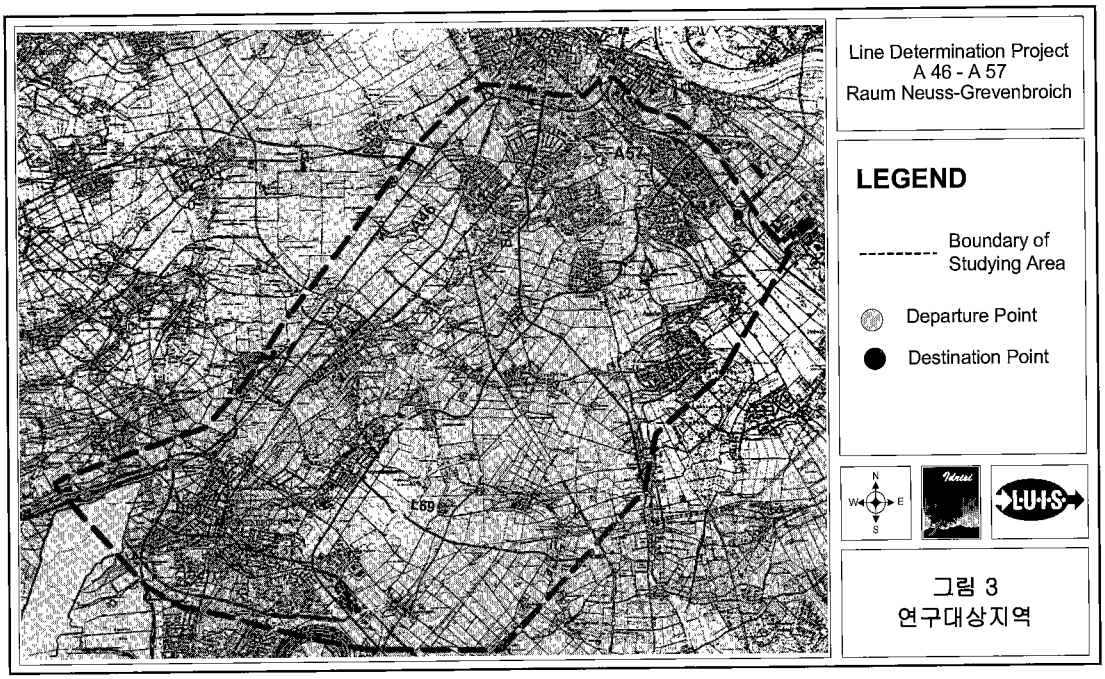
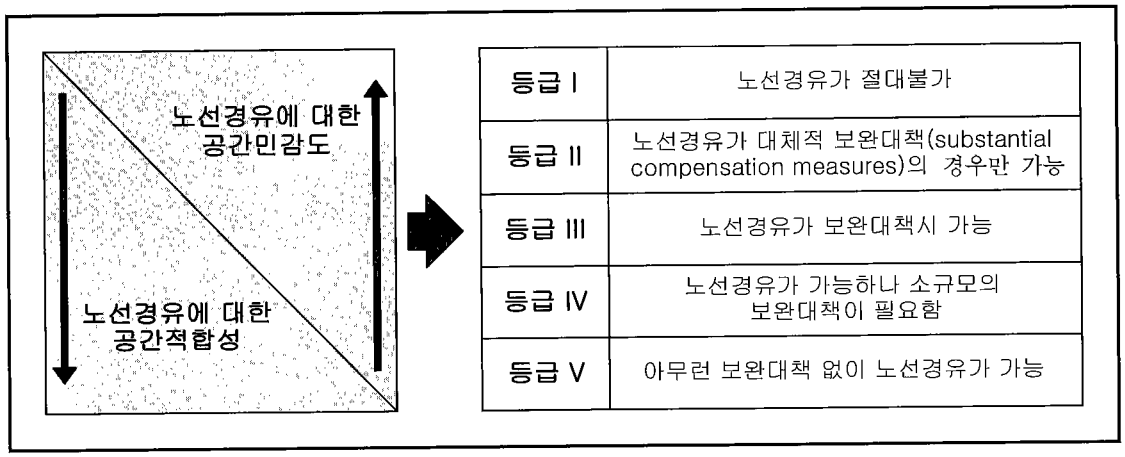
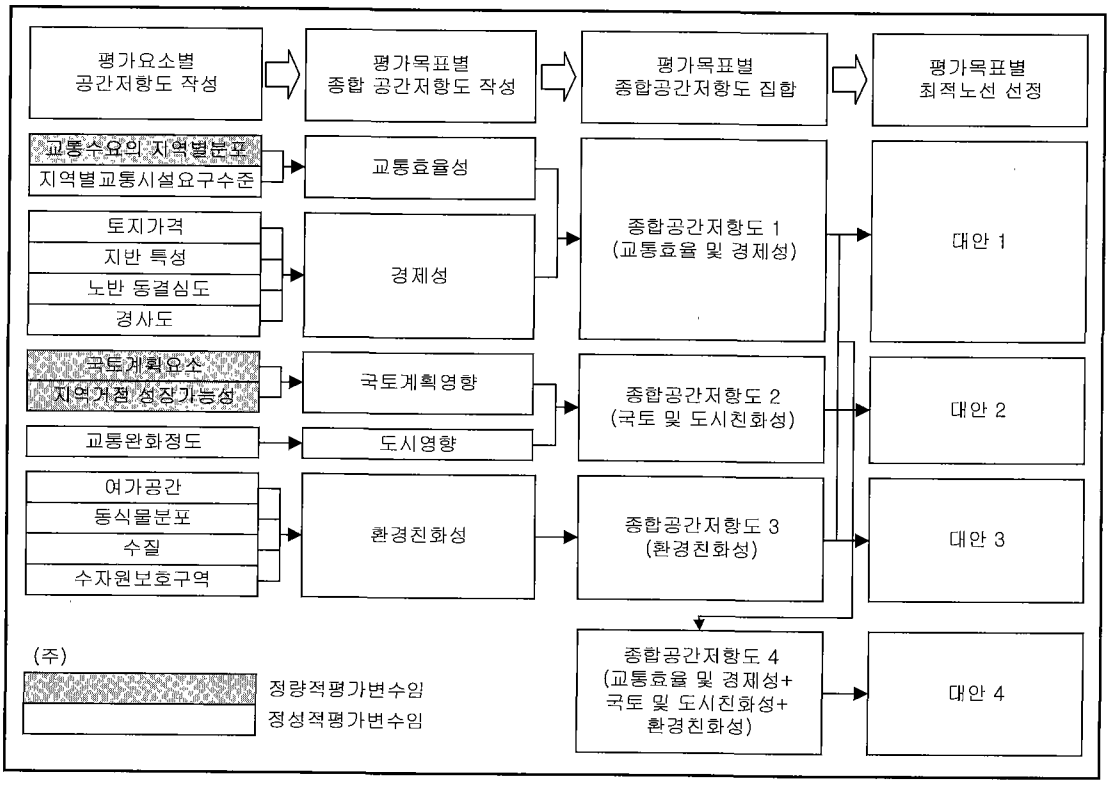


그림 3
연구대상지역

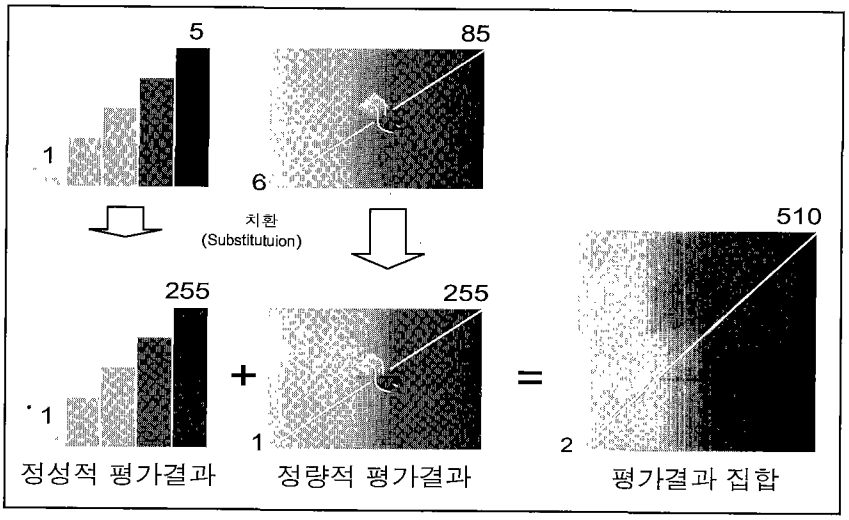


등급 I	노선경유가 절대불가
등급 II	노선경유가 대체적 보완대책(substantial compensation measures)의 경우만 가능
등급 III	노선경유가 보완대책시 가능
등급 IV	노선경유가 가능하나 소규모의 보완대책이 필요함
등급 V	아무런 보완대책 없이 노선경유가 가능

[그림 4] 노선대안 선정을 위한 공간저항등급의 정의



[그림 5] 노선선정을 위한 평가결과 집합과정



[그림 6] 평가변수의 집합개념

<그림 5>에서 보는 바와 같이 구축된 공간데이터베이스를 이용하여 평가요소별 공간저항도를 산출한 후 지도중첩기능(map overlaying technique)을 이용하여 평가목표별 종합 공간저항도를 작성하였다. 작성된 교통효율성, 경제성, 국토계획영향, 도시영향, 환경친화성 5개의 평가목표별 공간저항도를 다시 집합하여 교통효율 및 경제성, 국토 및 도시친화성 그리고 환경친화성의 평가목표별로 취합하였고 또한 종합 공간저항도를 산출하였다. 한편 평가변수의 집합(aggregation)시 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 정량적 변수와 정성적 변수를 IDRISI-GIS의 모듈 SCRLAR를 이용하여 치환(Substitution)한 후 집합하였다(<그림 6> 참조). <그림 7>은 종합 공간저항도를 보여주고 있다.

를 도출하기 위해 정량적인 변수의 경우 공간저항분포지수를 그대로 마찰계수로 이용하였으며 정성적인 변수의 경우 IDRISI-GIS의 모듈 "HISTO"를 이용한 Image Histogram을 토대로 공간저항지수의 공간분포정도를 파악한 후 협의를 통해 마찰계수를 다음과 같이 설정하였다. 정성적변수의 마찰계수는 공간저항 5등급지역을 기준계수(1.0)로 하여 4등급지역은 "2.0", 3등급역은 "5", 2등급지역은 "10" 그리고 1등급지역은 "100"을 각 등급별 마찰계수를 부여하여 누적비용표면을 산출한 후 각 평가목표를 달성하기 위한 노선대안을 산출하였다. 한가지 중요한 사실은 데이터간의 구조적인 문제로 연구대상지역의 벡터데이터를 래스터데이터로 전환할

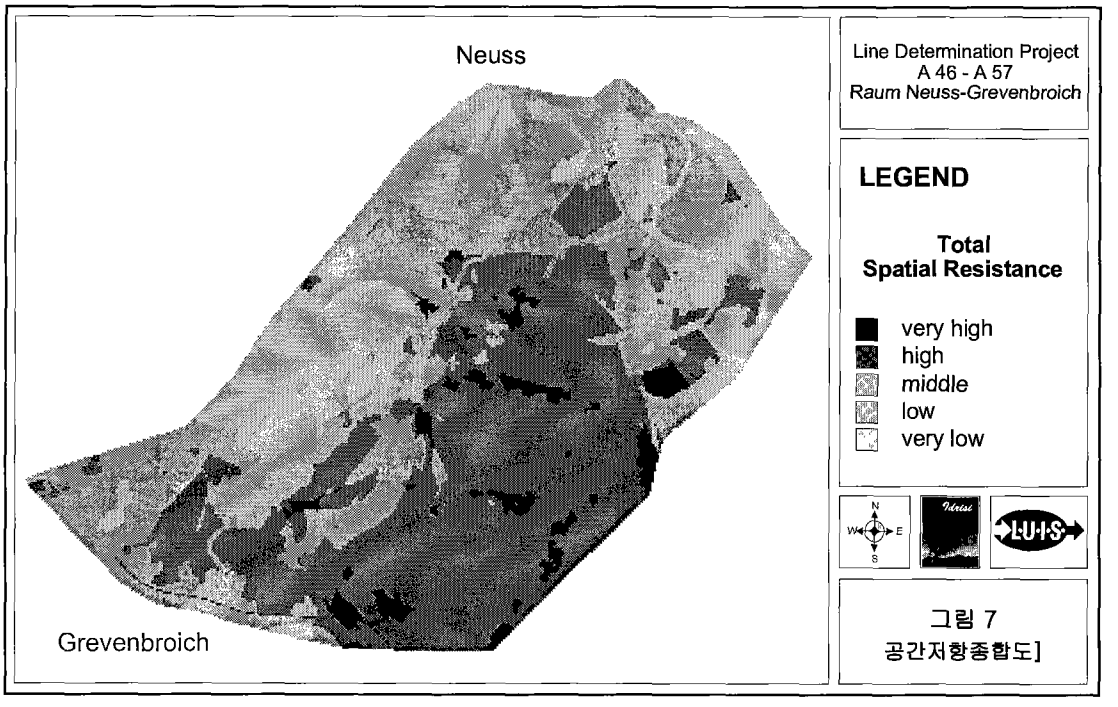


그림 7
공간저항종합도]

3.4 노선대안선정

각 평가목표를 달성하기 위한 최소비용경로

경우 연구대상지역이외의 지역도 래스터데이터로 전환된다는 것이다. 따라서 최소비용경로선정을 위한 비용표면의 산출시 이 지역이 고려되

지 않도록 음(-)의 값을 부여해야만 한다. 본 연구에서 이용한 IDRISI-GIS에는 이러한 제약조건을 감안한 비용산출 알고리즘(Growth Algorithm)을 제공하고 있다. <그림 8>은 각 평가목표를 달성하기 위한 노선대안을 보여주고 있다.

그림 8
1차 분석결과

그림 9
최종 분석결과

3.5 노선대안 비교 및 최적노선 결정

각 평가목표를 달성하기 위한 노선대안의 비교를 위하여 IDRISI 모듈 "AREA"를 이용하여 평가요소별 공간저항도상에 노선경유지역의 픽셀수를 산출한 후 공간저항지수를 곱하여 사업영향(공간영향)을 산출하였다. 그 결과는 <표 3>과 같다. <표 3>에서 보는 바와 같이 대안 2가 사업영향과 사업연장측면에서 가장 비교우위가 있는 것으로 분석되어 건설가능한 노선을 결정되었다. 그러나 이 노선이 건설되기 위해서는 현실적으로 두가지 문제가 해결되어야 한다. 첫째, <그림 8>에서 보듯이 노선의 일부분이 주거지역을 관통하거나 인접지역을 경유하므로 건설이 현실적으로 불가능하다는 점과 둘째, 일부노선이 기존의 고속도로와 평행하게 경유하므로 기존도로와의 연계방안을 통한 비용절감문제를 고려하여야 한다는 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 버퍼기능(buffer function)을 이용하여 연구대상지역내 모든 주거지역으로부터의 반경 50m와 100m를 각각 노선경유에 대한 금지지역(taboo zone)으로 설정하여 비용표면을 산출한 후 최적노선을 재산출하였으며 기존노선의 인터체인지와 신규노선의 연결방안을 통해 최종 건설노선을 확정하였다(<그림 9> 참조). 이는 컴퓨터에 의한 정확한 분석결과가 현실화되기 위해서는 계획가의 최종적인 검토와 평가가 뒷받침되어야 한다는 것을 의미한다.

<표 3> 노선대안별 공간영향 비교분석 결과

계획목표	대안							
	대안 1		대안 2		대안 3		대안 4	
	공간영향	순 위	공간영향	순 위	공간영향	순 위	공간영향	순 위
교통효율성	1,156	3	1,071	1	1,087	2	1,330	4
환경친화성	779	3	702	2	490	1	1,129	4
국토계획영향	903	2	838	1	1,049	3	1,058	4
도시친화성	751	2	667	1	1,042	4	793	3
경제성	576	2	761	3	1,346	4	443	1
사업연장	21.06 km		19.36 km		21.49 km		21.22 km	
합계	12		8		14		16	
순위	2		1		3		4	

4. 결 론

인프라시설의 건설은 사회·경제전반에 많은 영향을 초래하므로 투자사업의 의사결정부터 계획 그리고 설계에까지 다양한 영향요소들이 체계적으로 고려되어야 한다. 특히 노선선정이 이루어지는 기본계획은 사업영향을 결정하는 매우 중요한 단계이므로 공간분석차원에서 사업이 해당지역에 미치게될 영향을 세밀하게 분석할 필요가 있다. 본 연구에서 개발된 방법론은 교통시설사업계획시 공간분석의 차원에서 사업노선의 선정을 위한 종합적인 접근을 통해 교통인프라시설계획에 새로운 비젼을 제시한다는 차원뿐만아니라 지리정보시스템(GIS)을 이용, 전체적인 계획과정의 질 향상을 물론 계획

의 신속성과 분석과정의 유동성을 제시 할 수 있어 실제 적용에 있어 많은 편의를 도모 할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서 제시된 평가목표, 평가요소 그리고 평가방법은 독일의 계획환경에 부합되도록 개발된 것이므로 이러한 방법론을 한국에 적용하기 위해서는 적어도 다음의 두가지 문제들이 해결되어야만 한다. 첫째, 본 연구에서 이용된 평가요소가 한국적 상황에 부합되는가에 대한 검증작업이 필요하며 이를 토대로 한국적 상황에 부합되는 평가요소와 평가방법론을 정립할 필요가 있다. 둘째, 우리나라의 교통분야에서는 지금까지 네트워크분석을 토대로 노선대안을 선정하고 선정된 노선의 교통효율성과 경제성을 평가하는 계획과정을 수행하고 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 접근방법과는 상당부문 차이점이 있으며 이러한 차원에서 우리나라에 쉽게 적용이 가능한가 가에 대한 문제가 제기 될 수 있다. 그러나 이러한 문제는 근본적으로 방법론상의 문제보다는 교통계획을 보는 계획적 시각의 차이에서 발생하는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 본 연구에서 개발된 방법론을 이용하여 공간분석을 토대로 노선대안을 도출하고 이를 다시 기존의 네트워크에 포함하여 교통효율성이나 경제성과 같은 편익을 분석하는 연계방안을 강구할 필요가 있다 사료된다. 현재 우리나라의 계획분야에서 매우 빠르고 진지하게 환경친화적인 계획실현에 대해 논의되고 있다. 여기에서 환경친화적이란 자연환경에만 국한되는 개념이 아니며 인간의 생활환경까지도 포함되는 포괄적인 의미로 받아들여져야 한다. 이러한 차원에서 이제 교통분야도 기존의 네트워크위주의 분석보다는 해당지역에 자연환경과 인간생활환경과 관련한 공간환경의 영향요소들에 대한 분석을 토대로 노선선정을 하는 분석관점의 전환이 필요하다 생각된다. 지속적인 GIS기술의 발달은 계획가에게 보다 정확하고 유용한 공간분석의 틀을 제공하고 있다. 이러한 계획환경적요인과 계획기술적요인의 변화를 감안할 때 본 연구에서 제시된 평가목표, 평가요소 그리고 평가방법론들은 우리나라의 계획분야에 유용하게 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 양광식, 1999, "독일의 환경친화적 도로계획방법 연구", 교통정책연구, 제6권 제1호. pp. 75-96
2. Baum, T., 1996, Die Lebensumwelt des Menschen im Rahmen von Umweltvertraeglichkeitsstudien, Institut fuer Stadtbauwesen der RWTH-Aachen, Heft B 44, Aachen
3. Eastman, R., J., 1995, IDRISI Users Guide Version 1.0, Calrk University, Worecester.
4. FGSV(Forschungsgesellschaft fuer Straßen-vund Verkehrswesen), 1997, Merkblatt zur Umweltvertraeglichkeitsstudie in der Straßenplanung (MUVS), Koeln.
5. Hoppenstedt, A., 1991, "Planungskonzeptionelle Ansaetze zur Reduzierung von Umwelteffekten des Straßenverkehrs", Information zur Raumentwicklung, Heft 1/2, BfLR, Bonn, pp. 89-99
6. Huber, F., 1996, Fortschreibung der Methodik zur Bewertung Staedtebaulicher Effekte in der Bundesverkehrswegeplanung, Forschungsvorhaben FE-Nr. 90425/94 des Bundesministers fuer Verkehr, Aachen, Wuppertal
7. Kwang-Sik Yang, 1999, GIS-gestuetztes integriertes Verfahren fuer die Linienfindung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Shaker Verlag GmbH, Aachen.
8. Scholles, W., 1999, Informationssysteme in der Raum- und Umweltplanung, Materialien zur Vorlesung am Fachbereich Landschsftsarchtektur- und Umweltentwicklung, Universiaet Honnover.
9. Schnuell, R., 1989, "Ganzheitliche Planung und Bewertung", FGSV-Kolloquium für Maßnahmenbewertung in der Verkehrsplanung, Bonn

10. Stefnakis, E. & Kavouras, M., 1995, "On the dertermination of optimum path in space", Spatial Information theory - A theoretical basis for GIS -, Proceeding of the intenational conference COSIT' 95, Austria September 21-23, Edited by Andrew U. Frank & Werner Kuehn.
11. Rus ke, W., 1986, Einbeziehung von Umweltgesichtspunkten in die Generalverkehrsplanungsmethodik, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des Bundesministers fuer Verkehr, Heft 490, BMV, Bonn-Bad Godesberg
12. Ruske, W., 1994, Raumvertraeglichkeit großraeumiger Verkehrsachsen, Institut fuer Stadtbauwesen der RWTH-Aachen, Aachen.
13. Witte, A., 1995 "Moeglichkeiten fuer der Fuzzy-Set-Theorie bei raumbezogenen Vertraeglichkeitsuntersuchungen in der Verkehrsplanung", Stadt Region Land Heft 65, Schriftenreihe des Institut fuer Stadtbauwesen der RWTH-Aachen, Aachen