

정보계측기법과 지리정보시스템에 의한 도로계획의 평가모델 개발

나 준 엽*

Development of Evaluation Model for Road Plan using Information Measure Technique and GIS

Joon Yeop Na*

요 약

공공시설 중 도로계획의 경우 건설과정 및 건설 후의 소음 및 오염 등의 환경·사회적 비용 및 주행성·안전성 등 요소의 평가 등을 수량화가 어려운 대표적 비용으로 들 수 있는데 본 연구에서는 이러한 수량화가 어려운 비용·효과들을 포함하여 고려한 도로노선계획결과를 정보계측기법과 지리정보시스템을 이용하여 ‘정보량’이라는 통일된 단위로 표현하고, 기존 시설물과의 관계로부터의 ‘정보편익’ 개념으로 평가하였다.

정보계측기법과 지리정보시스템을 이용하여 도로건설시 발생하는 비용과 직접효과를 고려하기 위하여 시설정보계측모형을 개발하였으며, 도로 주변 시설간의 편익을 고려하기 위하여 시설정보편익모형을 구성하였다. 비용과 직접효과만을 고려한 시설정보계측모형에서는 기존의 도로설계와 유사한 결과가 도출되었으며, 시설정보편익모형에서는 기존의 도로계획 평가에서 고려할 수 없었던 요소들에 대한 고려가 가능하였다.

주요어 : 정보계측기법, 지리정보시스템, 도로계획

ABSTRACT : ‘Information measure model’ and ‘Information benefit model’ for road plan are developed. In result of application to actual road project, ‘Information measure model’ showed same result with actual road plan, it can express qualitative element by ‘Information’ like safety, public discontent, etc. and ‘Information benefit model’ can evaluate present plan in the side of provider’s and demader’s ‘benefit’.

Keywords : information measure technique, GIS, road plan

*한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구실 선임연구원(naz@kict.re.kr)

1. 서론

한정된 국토자원을 합리적으로 이용하기 위해서는 국토개발에 관련되어 있고 다수의 공익을 추구하는 공공시설물 계획의 효율성을 담보할 수 있어야 한다. 또한, 사업의 차질없는 추진과 우선순위에 입각한 효율적 자원배분을 위하여 정책적·경제적·기술적 타당성에 대한 면밀한 검토가 필요하나, 현재까지 객관적이며 합리적인 기준이 마련되어 있지 못할 뿐 아니라 이를 추정할 수 있는 방안이 개발되어 있지 않은 실정인바, 지금까지의 공공시설계획은 주로 담당자의 직관 또는 정책결정자의 의도가 큰 비중을 차지하며 기존의 정량적인 경제성 평가에 근거한 관례에 의해 이루어진 바가 많다.(정영현 외, 2003)

따라서, 공공시설의 설치 계획에 있어서 비용과 편익 측면의 각기 다른 단위로 표현되는 요소들을 통일된 하나의 단위로 표현하여 비교함으로써 계획의 우선순위를 파악할 수 있을 것이다. 또한, 기존의 평가방안에서 고려하지 못하던 기존 시설물과의 관계로부터의 편익 측면에서 시설계획을 평가함으로써 지역영향 및 다양한 가치의 표현이 중요시되는 공공시설 계획에 있어 효율성을 가질 수 있을 것이다.

정보계측기법은 인간은 언어를 통하여 모든 사물을 정보로 표현하므로 ‘정보’라는 통일된 단위를 사용하여 모호한 가치를 평가해 보고자 하는 방법이며, 따라서 공공시설의 계획과정에서 최적해를 찾기 위한 비용, 편익 및 환경·사회적 요소 등

의 정량화되기 어려운 가치를 평가하는데도 사용될 수 있다.

본 연구에서는 도로계획을 평가하는데 있어 정보계측기법과 지리정보시스템을 이용하여 정량적 기준으로 표시하기 어려운 주행성, 시공성, 환경성, 민원 등의 항목을 기존의 주관적 평가에서 탈피하여 ‘정보량’이라는 통일된 기준을 바탕으로 평가하고자 한다.

2. 관련연구

공공시설 계획 평가의 방향은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 즉, 공공시설의 설치를 위해 투자되는 자본의 이익/손해를 따지는 측면과 자본 이외의 요소(사회, 환경, 편익 등)를 평가하는 방법이다.(최원규, 2004)

근래에 들어 환경보전과 개발의 갈등이 사회적 문제로 부각되면서 비용편익분석(CBA; Cost-Benefit Analysis)은 어떤 개발사업이 사회적으로 바람직한지, 즉 얼마나 사회적 후생을 증진시킬 수 있는지를 판단하는 사전분석의 수단으로도 이용되게 되었다. 전통적인 비용편익분석은 시장에서 거래되지 않는 사용자에게 효용을 제공하는 ‘환경재화’를 고려하지 않았다. 그에 반해 환경을 고려한 비용편익분석(EACBA; Environmentally adjusted cost-benefit analysis)은 자연환경(또는 생태계)이 제공하는 재화와 서비스의 경제적 가치를 명시적으로 고려한다. 환경을 고려한 비용편익분석에서는 CBA에 따라 개발의 순편익이 양의 값을 갖는다 하더라도 환경영

향 총비용이 이보다 클 경우 경제성이 없는 것으로 판정한다.(최미희, 2002)

이러한 단순한 요소의 평가 과정을 탈피하고자 토지이용-교통 균형체계의 개념(노정현 외, 1993), 다지역 투입-산출 모형(정영현 외, 2003) 등이 제시되는 등 전통적인 공공시설 계획의 평가에서는 고려하지 못하던 환경 등의 요소를 평가과정에서 고려하고자 하는 노력들이 계속되고 있으나, 환경 요소 이외의 개발의지, 주변의 인공적 및 자연적 시설에 대한 영향 등의 요소 등은 평가에 포함시킬 대안이 마땅하지 않은 상황이다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 정량화시키기 어려운 요소에 대한 계측방법으로 정보계측기법을 도입하여 이를 이용하여 도로계획의 평가를 수행해 보고자 한다.

3. 정보계측기법

정보는 생명체가 생겨나면서 끊임없이 환경의 정황을 파악하고 이를 식별·평가하기 위하여 이용되어 왔으며, 인간은 언어를 통하여 모든 사물을 정보로 표현하므로 공공시설의 계획과정에서 최적해를 찾기위한 비용, 편익 및 환경·사회적 요소 등의 정량화되기 어려운 모호한 가치를 평가하는데 정보가 이용될 수 있다. 하나의 단위로 통일하기 어려운 다양한 가치들을 ‘정보’라는 개념을 통해 단일한 가치로 변환할 수 있다면 공공시설의 평가기준의 중요도를 평가할 수 있을 것이다. 이러한 ‘정보’의 양을 ‘정보량’이라는 개념으로 정의할 수 있으며, Gellman은 총

정보량을 Eq. (1)과 같이 알고있는 것(Knowledge : ϵ)과 모르는 것(Ignorance : s)의 합으로 정의하고 총정보량식을 제안하였다.(Gellmann, 1996)

$$I(e) = \epsilon + s = k_U(s_e) + \sum_r P_r \log \frac{1}{P_r} \quad (1)$$

여기서,

$I(e)$: total Information of e

ϵ : knowledge

s : Ignorance

$K_U(s_e)$: Algorithmic complexity

U : Universal Turing Machine

s_e : string expressing e

r : element expressing information

P : average probability of choice r

P_r : probability of choice r in trial

정(2003)은 Gellman이 제시한 총정보량식을 일반언어에 적용하기 위하여 Eq.(2)를 제안하였다.(정남수, 2003)

$$I = K_U(S_e) \times S_{relative} / S_{real} + S_{real} \quad (2)$$

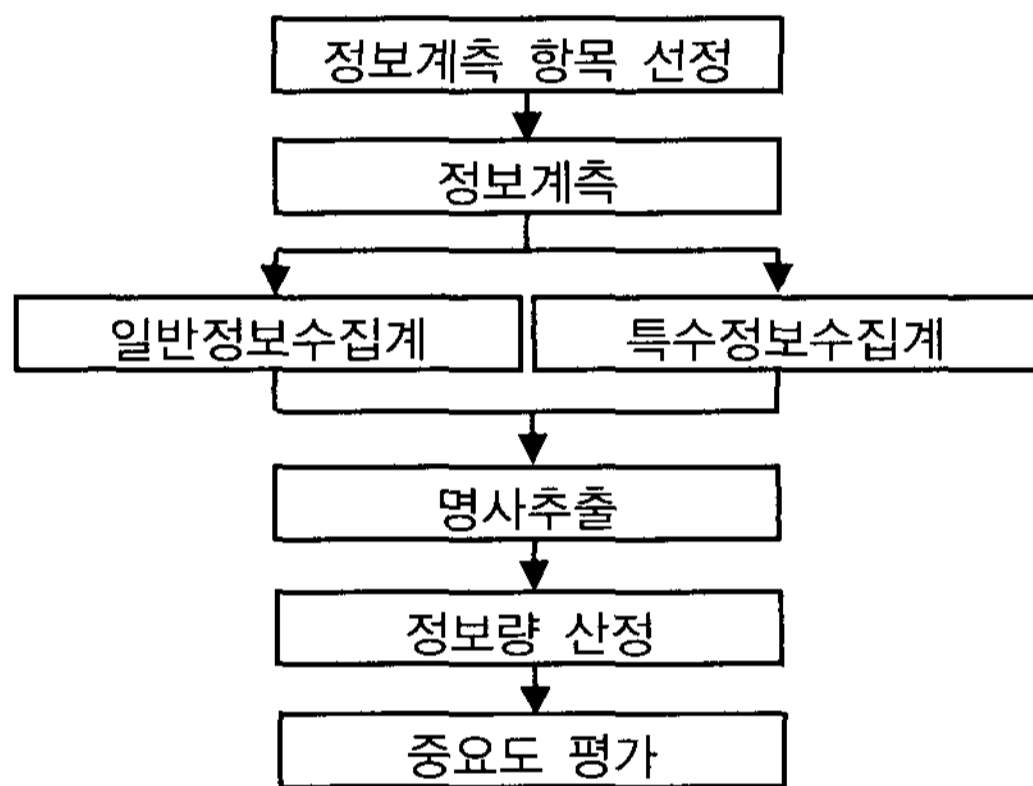
여기서,

$$S_{relative} = \sum_r P_r \log \frac{1}{P_r} / \sum_r P \log \frac{1}{P}$$

$$S_{real} = \sum_r P_r \log \frac{1}{P_r}$$

공공시설의 평가기준 중요도 평가를 위한 정보수집계로서는 일반정보수집계로 Naver 포털사이트의 두산세계대백과사전(<http://100>.

naver.com)을, 특수정보수집계로 인터넷상의 건설용어사전(한국산업경제연구소, <http://cmcost.or.kr>)을 사용하였다. 선정된 항목을 대상으로 기술된 내용을 처리하기 위하여 고려대학교 자연어처리연구실에서 제공하는 NE2001(<http://nlp2.korea.ac.kr/~dglee/ne2001>)을 사용하여 명사를 추출한 후, Eq.(2)를 이용하여 총정보량을 산출하였다. 정보량 산출을 위한 절차는 [Fig. 1]과 같다.



[Fig. 1] Flowchart for calculation of total Information

정보량 계측을 위한 항목은 각각의 계획기준에 따르는 주기능과 부기능을 표현하는 언어로부터 산출하였으며, 대등한 단어의 나열일 경우의 정보량은 Eq.(3), 복합된 단어의 정보량은 Eq.(4)와 같이 산출하였다.

$$I(e) = (I_m + (I_1 + I_2 + \dots + I_n) / n) / 2 \quad (3)$$

$$I(e) = (I_m + (I_1 + I_2 + \dots + I_n) / n!) / 2 \quad (4)$$

여기서,

I_m : information of main item

I_n : information of sub items

n : number of sub items

4. 모형의 구성

4.1 평가의 요소와 고려시설

공공시설의 계획은 그 기본적인 형상에 따라 점형, 선형, 면형 시설물로 분류할 수 있는데, 점형시설물은 입지선정, 선형시설물은 노선선정, 면형시설물은 규모결정에 관계된 문제로 파악할 수 있다. 공공시설의 계획은 고려해야 할 요소들이 다양하고 각 요소들간에 상충이 발생하는 경우가 많아, 도로를 비롯한 공공시설의 계획은 종합적인 평가의 단계에서 어떠한 기준을 가지고 각 요소들간의 중요성을 평가하는가가 핵심적 문제로 대두된다.

도로계획의 경우 평가시에 고려해야 할 요소와 주변부 시설물을 <Table 1>에서 제시하였다.

<Table 1> Object list and facility

Object list	Facility
토공,교량,터널	주택, 건물
보상비	문화재, 기존도로, 군부대
주행성, 환경성, 안정성, 시공성, 민원	지하매설물

4.2 시설정보계측모형

도로계획의 평가를 위하여 <Table 1>에서 제시한 요소에 대한 정보계측을 실시하였다. 도로계획의 평가를 위한 정보수집계로서는 해당사업의 기본계획서를 사용하였으며 선정된 항목을 대상으로 기술

된 내용을 처리하기 위하여 NE2001을 사용하여 명사를 추출한 후, 총정보량의 산출식을 사용하여 정보량을 산정하였다.

도로계획의 개별 대안에 대한 평가를 실시하기 위한 정보량은 Eq. (5)와 같이 산출한다.

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i, I_i = I_0 \times m \times p_o \quad (5)$$

여기서,

I_n : total information of nth alternative

I_i : unit information of each item

I_0 : Information of each object

m : construction quantity

p_o : importance of criteria

4.3 시설정보편익모형

정보편익은 거리와 관련되어 있다. 실제로 지가의 형성이나 시설의 영향은 거리와 관계가 있으며, 접근성은 대개의 경우 도로에 따라 정해지므로 도로가 균일하게 발달된 곳은 도로의 영향을 고려하지 않고 x, y 좌표에 의한 거리를 이용할 수 있다.

시설정보편익모형의 순서는 다음과 같다.

- 대상지구내 주변부 시설물의 도로망을 수치지도 상에서 파악할 수 있는 경우는 도로망을 정보편익 전달의 경로로 사용하고, 그렇지 않은 경우는 TIN(Triangular Irregular Network)을 구성하거나 설치 시설까지의 직선거리를 구성한다.

- 도로의 설치에 의해 정보편익의 전달이 일어날 수 있는 주변부 시설물을 나열

한다.

- 설치시설의 정보량과 주변부 시설물의 정보량, 두 시설간의 거리로부터 정보편익을 산정한다.

- 각 시설의 정보편익을 더한 값이 대상시설물의 정보편익이 된다.

5. 적용

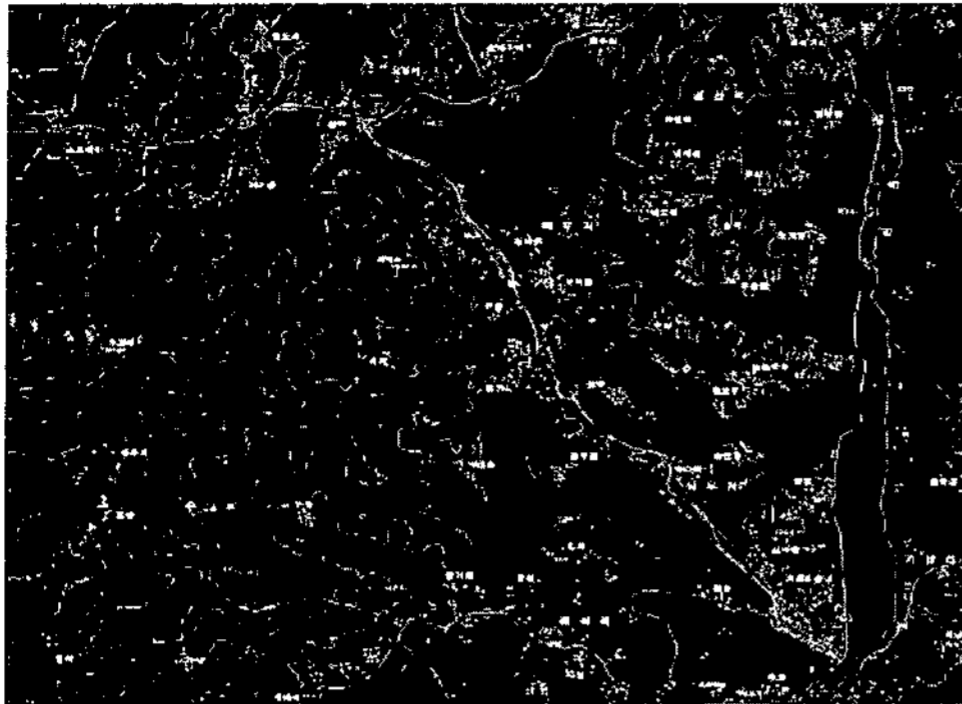
본 연구에서 개발된 정보편익모형을 도로계획 과정에 적용하였다. 대상도로는 국가지원지방도 350호선의 ‘가남-덕도간 지방도 확포장공사’이며, 기본설계안과 대안에 대한 상세내용은 <Table 2>와 [Fig. 2]에 나타내었다.

<Table 2> Contents of road planning example

	설계안	대안1	대안2
토공	4.05km	4.14km	4.06km
교량	15m	38m	38m
터널	10m	-	-
보상비	70억	60억	90억
주행성	불량	양호	양호
시공성	불량	양호	불량
안전성	불량	불량	양호
환경성	보통	양호	불량
민원	불량	양호	보통

5.1 시설정보계측에 의한 평가

Eq.(5)에서 제시한 시설정보계측모형에 의해 기본설계안과 설계대안에 대하여 해당지구의 사업계획서를 대상으로 각 대안에 포함된 요소의 정보량을 계산하고, 여기에 <Table 2>에서 제시한 공사량을 취



— designed route
 - - - alternative 1
 alternative 2

[Fig. 2] Example of road planning

합하여 대안의 총정보량을 산정하였다.

중요도 산정방법은 우선 중요도 평가를 위한 요소와 항목을 선정한 후, 정보수집계를 통하여 명사를 추출, 그로부터 정보량을 산출한 후 정보량의 상대적 크기에 따라 Eq.(3) 및 Eq.(4)를 이용하여 중요도를 산정하였으며, 산출된 각 요소의 중요도는 <Table 3>과 같다.

<Table 3>에서 토공, 교량, 터널의 중요도 산정에 있어서는 건설비용 관련 항목 중 토지보상액을 제외한 초기공사비, 유지관리비, 민원비용의 중요도 합계로서 0.106으로 계산하였으며, 이를 다시 토공, 교량, 터널의 중요도로 배분하기 위하여 일반정보계를 대상으로 정보량을 계측한 결과 토공의 정보량이 176, 교량이 154, 터널이 59로 계측되어 정보량 비율로써 중요도를 배분하였다.

사업계획서로부터 계측한 각 요소의 정보량과 중요도, 공사량으로 계산한 단위 정보량 및 각 대안의 총정보량을 <Table 4>에 나타내었다.

<Table 3> Importance of each object

요소	항목	중요도	총중요도
토공 교량 터널	초기공사비	0.048	0.106
	외 2	0.042	
		0.016	
보상비	토지 보상비	0.046	0.046
주행성	주행시간	0.062	0.135
	운행비용	0.018	
	기존도로연계	0.055	
시공성	지형/토질	0.031	0.191
	안전성확보	0.062	
	유지보수	0.065	
	향후차선확장	0.033	
안전성	교통사고율	0.104	0.104
환경성	주변장애	0.022	0.249
	문화재손실	0.072	
	환경오염	0.080	
	자연조건변화	0.075	
민원	정책적시급성	0.047	0.170
	지역개발효과	0.039	
	국토균형발전	0.030	
	상위계획연계	0.037	
	이익집단저지	0.017	

기존 설계보고서에서는 대안1을 최적노선으로 선정하였으며, 본 연구에서 제안

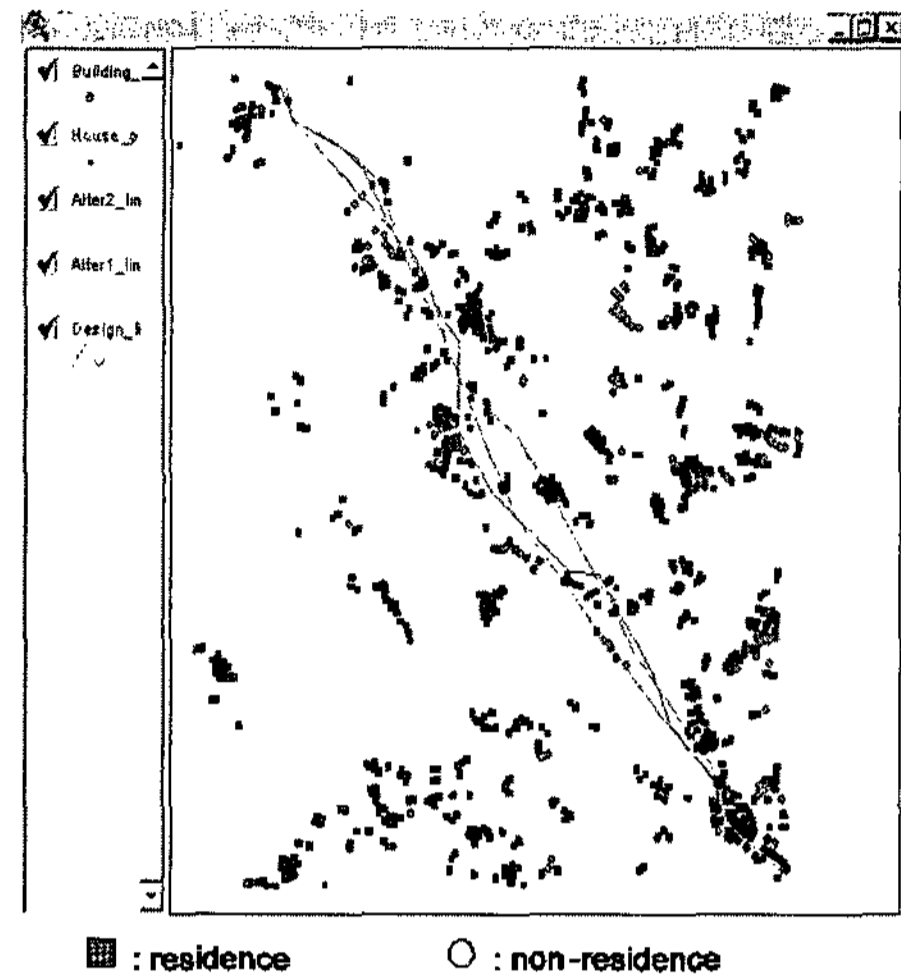
<Table 4> Importance of each alternative

요소	설계안	대안1	대안2
토공	15,941	16,295	15,980
교량	136	345	345
터널	52	0	0
보상비	40,572	34,776	52,164
주행성	43,394	8,165	5,746
시공성	47,685	12,130	50,892
안전성	46,224	42,089	13,734
환경성	42,250	17,101	71,423
민원	85,877	91,759	58,232
계	322,232	222,660	268,516

한 시설정보계측모형에 의한 평가에서도 대안1이 가장 작은 정보량 값을 나타낸다. 정보량 계측에 사용된 요소들이 모두 비용에 관련된 항목들이므로 정보량이 가장 작다는 것은 최소의 비용으로 공사를 완료할 수 있다는 것을 표현한다. 따라서 대안1을 단순한 비용 및 직접편익의 측면에서 최선의 대안으로 평가할 수 있으나, 이는 도로에의 접근성을 통한 정보편익을 고려하지 않은 면이 있다. 기존의 비용으로 표시되는 항목과 비용으로 표현하기 어려운 주행성, 시공성, 안전성, 환경성, 민원 등의 항목을 주관적 평가에서 벗어나 '정보량'이라는 통일된 기준을 바탕으로 산정하여 공공시설물의 계획을 평가할 수 있다.

5.2 시설정보편익에 의한 평가

계획노선 주위에 존재하는 주거용 시설과 비주거용 시설을 대상으로 각각의 시설이 도로에 의해 전달되는 정보편익을 산정하였다. 참고로, 설치되는 도로에 의해 정보편익의 영향을 받을 것으로 판단되는 주거용 시설은 879개, 비주거용 시설은 85개로 산정([Fig. 3])되었으며, 각각의 시설로부터 새로 계획된 도로까지의 접근로를 파악하여 각 시설로부터의 접근거리를 추출하여 정보편익을 산정하는 것이 이상적이거나, 현실적으로 900여개에 달하는 주변부 시설 모두의 접근거리를 산출하는 것이 어려우므로 본 평가에서는 ESRI사의 ArcView GIS 3.3을 이용하여 산출한 각 시설물에서 도로까지의 직선거리로 편익을 산정하였다([Fig. 4]). 또한, 이



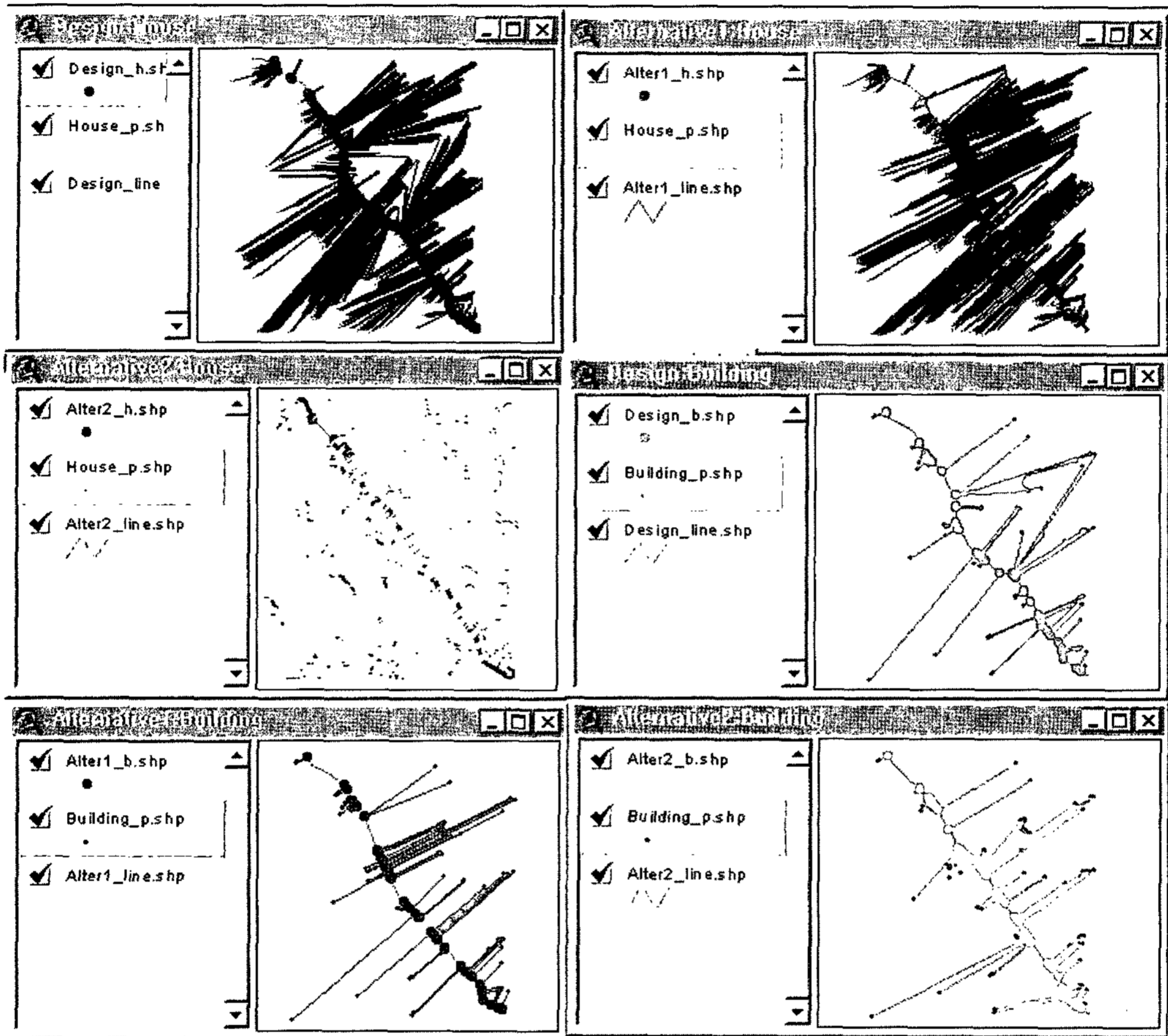
[Fig. 3] Facility distribution around planned route

용자수에 있어서 주거용 시설은 3명, 비주거용 시설은 30명으로 가정하였다.

정보편익을 산정한 결과, 주거용 시설의 측면(<Table 5>)에서는 대안2가 정보편익이 가장 큰 것으로 나타났으며, 비주거용 시설의 측면(<Table 6>)에서는 대안1이 정보편익이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 대안2를 선택할 경우 주거용 시설에서의 접근성이 용이하고, 대안1은 비주거용 시설에서의 접근성이 용이하다는 것을 표현한다. 종합적으로 판단할 때, 대안2의 정보편익이 다른 계획안에 비해 훨씬 크므로 정보편익의 측면에서는 대안2가 우월한 것으로 판정할 수 있다.

6. 결 론

공공시설의 평가에 있어 정량적 및 정성적인 요소들을 공통의 단위로 중요도를



[Fig. 4] Calculation of information benefit

<Table 5> Calculated information benefit of residence

구분	설계안		대안1		대안2	
	거리	정보편익	거리	정보편익	거리	정보편익
주거용#1	1,685	3.5e-7	1,475	4.6e-7	1,624	3.8e-7
주거용#2	1,311	5.8e-7	1,475	5.6e-7	1,624	4.9e-7
주거용#3	1,294	6.0e-7	1,333	5.6e-7	1,406	5.1e-7
주거용#4	3,096	1.0e-7	819	1.5e-6	955	1.1e-6
주거용#5	4,133	5.9e-8	1,475	1.8e-6	1,624	1.5e-6
...
주거용#438	977	1.0e-6	972	1.1e-6	3,916	6.5e-8
주거용#439	2,492	1.6e-7	2,668	1.4e-7	1,072	8.7e-7
...
주거용#878	61	2.7e-4	66	2.3e-4	98	1.1e-4
주거용#879	263	1.4e-5	297	1.1e-5	99	1.0e-4
계	-	1.15	-	1.82	-	7.28

<Table 6> Calculated information benefit of non-residence

구분	설계안		대안1		대안2	
	거리	정보편익	거리	정보편익	거리	정보편익
비주거용#1	3,271	9.3e-8	695	2.1e-6	481	4.3e-6
비주거용#2	902	1.2e-6	843	1.4e-6	643	2.4e-6
비주거용#3	1,282	6.1e-7	1,438	4.8e-7	1,296	5.9e-7
비주거용#4	103	0.4e-5	10	9.7e-3	71	2.0e-4
비주거용#5	103	9.3e-5	4,960	4.1e-8	104	9.3e-5
...
비주거용#43	638	2.5e-6	640	2.4e-6	590	2.9e-6
비주거용#44	728	1.9e-6	640	2.4e-6	590	2.9e-6
...
비주거용#84	765	1.7e-6	668	2.2e-6	749	1.8e-6
비주거용#85	2,408	1.7e-7	2,394	1.7e-7	2,560	1.5e-7
계	-	0.45	-	1.36	-	0.92

산정하고 평가할 수 있도록 ‘정보량’과 ‘정보편익’의 개념을 도입하였다. 공공시설물의 계획에는 노선선정, 입지선정, 규모결정 등이 있는데 이러한 계획의 평가 과정에 정보계측기법의 이용이 가능하며, 기존의 비용으로 표시되는 항목과 비용으로 표현하기 어려운 주행성, 시공성, 안전성, 환경성, 민원 등의 항목을 기존의 주관적 평가에서 벗어나 ‘정보량’이라는 통일된 기준을 바탕으로 산정하여 공공시설물의 계획을 평가할 수 있다.

본 연구에서는 정보계측기법과 지리정보시스템을 이용하여 비용과 직접편익을 ‘정보량’의 통일된 단위로 표현하고자 시설정보계측모형을 개발하였으며, 정보의 전달을 통한 도로주변의 시설간의 편익의 측면에서 계획을 평가하기 위하여 시설정보편익모형을 구성하였다. 개발된 모형을 실제 도로계획 사례에 적용한 결과 비용과 직접효과만을 고려한 시설정보계측모형에서는 기존의 도로설계와 유사한 결과가 도출되어 정보계측이 도로계획의 평가

에 이용될 수 있음을 검증하였으며, 시설정보편익모형에서는 기존의 도로계획 평가에서 고려할 수 없었던 시설이용자의 편익을 고려할 수 있었다. 향후 모형이 더 높은 정확도 및 실용성을 획득하기 위해서는 자연조건의 반영, 설계기준과의 연계 등과 함께 정보계측기법에 있어서 인터넷상의 다양한 정보들을 대상으로 하는 정보수집계의 확장, 악성정보의 처리, 동음이의어에 대한 대처 등의 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

노정현·이동규, 1993, 사회간접자본 투자에 대

- 한 평가방법의 개선, 대한국토도시계획학회지, 28(4), 41
- 정남수, 2003, 농촌시설 입지 및 어메니티 평가를 위한 정보계측기법의 개발, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 35
- 정영헌·이양재, 2003, 장기미집행 도시계획시설의 재검토를 위한 정량적 평가기준 설정에 관한 연구, 대한국토도시계획학회지, 38(1), 38
- 최미희, 2002, 공공투자사업의 경제성 분석의 한계와 개선방안, 대한국토도시계획학회지, 37(5), 21
- 최원규, 2004, 도로사업 투자지표의 경제적 고찰 및 개선방안 도출에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 42
- 한국산업경제연구소, 건설용어사전, <http://cmcost.or.kr>
- Gellmann, M., 1996, Information Measures, Effective Complexity, and Total Information, John Wiley & Sons, Inc.
- <http://nlp2.korea.ac.kr/~dglee/ne2001>