

GIS 자료기반 구축에 있어서 경제성 분석에 관한 연구

김주환*, 손덕재**, ○염재홍***

1. 서 론

지형공간정보체계를 도입하여 많은 혜택과 이익을 받게된다는 것은 널리 인정된 사실이나, GIS를 구축하는 작업은 매우 복잡하며 많은 초기투자가 필요하므로 투자에 대한 기대되는 효과, 투자시기등을 정확히 분석하여 도입여부를 결정하여야 한다.

투자에 대한 타당성조사의 한 방법으로, 경제학분야의 비용/효과 분석기법을 일반적인 정보체계도입의 타당성조사에 대해서 많이 활용하여 왔으며 최근 GIS에 대해서도 적용시키려는 노력이 많이 진행되고 있다.¹²²⁹ 표 11은 여러 전문가 또는 학자들이 발표한 내용으로서 GIS를 도입하였을 때 발생하는 효과의 개념적 분류이다.⁴⁵⁶

본 연구에서는 국내 GIS에 적합한 비용/효과 모델을 확립시키고 이모델을 시설물관리업무에 적용시키므로 해서 GIS를 도입하려는 기관이나 단체가 보다 체계적인 경제적 평가를 할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 비용모형을 확립시키는 과정에서 장비가격이나 노임은 국내의 유사한 사업의 과거 실적치, 정부 노임단가, S/W 개발비 산정기준⁷⁾을 참조하였다. 또한 효과모형의 확립에서는 지형공간정보체계를 도입함으로써 얻을수 있는 효과를 특성에 따라 분류하였으며 분류된 항목중 정량화 가능한 항목을 세부적으로 분류하였다.

표 11 GIS의 도입에 따른 효과의 개념적 분류

제안자	분류안	내용	비고
ESRI	정량화 가능한 능률향상		
	정량화 가능한 새로운 기능추가		
	정량화 가능한 예측불허의 효과		
	정량화 불가능한 효과		
1) A.L.Clarke 2) S.P.Prisaly and R.A. Mead	능률 향상(efficiency)	시간 및 비용절감 효과	자료처리속도증가, 중복업무 배제
	효과 향상(effectiveness)	의사결정 향상	신속정확한 정보
	정량화 불가능한 효과	Image 계고, 협력증가, 사기증가	
J.C.Antenucci	정량화 가능한 능률향상		
	정량화 가능한 새로운 기능추가		
	정량화 가능한 예측불허의 효과		
	정량화 불가능한 효과		
	정량화 가능한 정보의 판매효과		
H.J. Dickinson and H.W.Calkins	정량화 가능한 시간절감 효과	지도제작, 갱신, 시설물관리, 행정	
	정량화 가능한 비용절감 효과	유지관리, 계획, 설계, 행정	
	정량화 가능한 품질향상 효과	정보의 정확성	
	정량화 불가능한 효과	정보량적 증가, 분석기능향상, 향상된 의사결정, 향상된 계획	

2. 비용/효과 분석 방법

일반적으로 GIS의 비용/효과 분석은 비용(자본, 인적자원과 운영비)을 기대효과(작업의 능률향상, 비용절감 그리고 추가

* 동국대학교 지리학과 교수
*** 연세대학교 대학원 박사과정

** 서남대학교 토목공학과 조교수

된 기능)와 세부적으로 비교하여 평가하는 방식을 택한다.⁸⁾ 지형공간정보의 생성, 활용그리고 유지관리하는 현행 활동에 대한 모든 비용을 일정기간동안 연도별로 예상하고 자동화된 지형공간정보체계를 도입하였을 때의 같은 활동의 모든 비용을 비교하여 투자의 효용성과 투자의 회수기간을 파악한다.

2.1 비용 모형

1) 현재 전개되고 있는 수동식 활동의 인건비

표 21 현재 수동식 활동의 인건비에 대한 분류

분류번호	주요활동	내 용
1	제작, 갱신, 유지관리	지도 또는 설계도와 관련된 모든 제작, 갱신 및 유지관리 하는 기능을 수행하는데 필요한 인력
2	수집, 확인, 기록	현장에서 공간자료의 수집, 대장기록, 기록된 자료를 찾는 시간, 자료보관, 현장확인등에 필요한 인력
3	분석, 활용	모든 지도 또는 설계도를 분석하고 활용하는 것을 의미하며, 계획, 설계, 기존자료의 조사등을 포함하는 모든 활동에 필요한 인력
4	감독, 확인	1,2,3 활동을 감독관리하거나, 품질관리 및 확인하는 활동에 필요한 인력

2) GIS 구축에 따른 비용

GIS를 구축 비용의 분석은 우선 구축절차를 분석하여 각 단계별로 소요되는 비용을 합산하여야 한다.

업무분석

GIS를 도입하는 기관은 우선 도입목적이 명확히 정의 되어야 한다. 이러한 목적은 일반적으로 4 ~ 6 개 정도의 문장으로 명확히 표현되어야 하며 그내용에는 사업의 범위와 정량화 및 평가될 수 있는 목표가 명시되어야 한다. 또한, 해당 단계의 임무수행 목적과 같은 취지에 있어야 하며 경영자 또는 관리자 측면에서 도입목적이 정의되어야 한다. 이와 같이 자료, 처리과정, 정보가 식별되면 GIS를 활용하게될 사용자들을 구분하며 이때 필요한 체계(hardware, software)의 성능을 정하는 것이다.

자료기반부설계

자료기반부설계는 업무분석에서 식별된 기능을 처리하는데 필요한 각종 지도층(layer), 지형지물(feature)등을 정의하고 이들을 체계적으로 부호화시키는 작업이다.

자료 수치화

자료 수치화는 설계된 자료기반부구조와 특정한 체계에 맞추어 각종 지형공간자료를 수치화하는 것이다.

Application 설계 및 Programming

GIS를 사용할 수 있는 모든 환경이 설정되면 즉, hardware, software, network, database가 구축되어 있으면 시스템이 가동할 수 있는 단계이다. 그러나 현업에서 복잡한 명령을 사용한다는 것은 불편점이 있어 실제로 운영하기가 곤란하므로 추가로 macro명령문들이 작성되어야 한다.

유지관리

GIS의 유지관리는 hardware, software, database로 구분할 수 있다. 일반적으로 hardware, software는 제작회사와 연간단위로 유지보수계약을 맺는다. database의 경우 시설물등은 변화가 생기는 즉시 자료의 갱신(updating)이 현장부서에서 이루어지나 지형기본도와 같은 base map은 즉, 건물의 신축 또는 철거, 도로의 확장등은 외부의 전문 자료수치화 회사와 별도의 유지보수계약을 맺어 정확한 정보를 유지하는 것이 효율적이다.

2. 2 효과 모형

효과모형은 앞서 제시된 능률(efficiency)향상, 효과(effectiveness)향상 그리고 정량화 불가능한 효과로 분류된다. 정량화 불가능한 효과는 비용/효과 분석모형에 포함되지는 않으며 능률향상에 의한 비용절감의 효과가 정량화가능한 효과의 대부분을 차지하고 있으므로 효과모형에서는 이 항목만 고려하였다.⁹⁾

다음표는 미국의 많은 전문경력이 있는 PlanGraphics사의 자료와 Gas 회사인 Pacific Gas & Electric Co.의 자료를 나타낸 것이다.¹⁰⁾ 실제로 적용한 값은 이 두 자료의 평균값을 선택하였다.

아래표 2.2에서 도입에 따른 효과는 체계를 도입하여 hardware, software 가 설치되었고, 수치 자료기반부가 구축되어 있으며 사용자들이 장비를 능숙하게 운영할 수 있을 때의 경우이다. 그러나 현실적으로는 장비의 설치기간과 사용자들의 교육 훈련기간이 필요하므로 본연구의 경우 자료기반부의 구축기간을 2년으로 설계하였기 때문에 처음 2년간의 효과는 위표의 50%로 정하였다.

표 2.2 GIS 도입에 따른 효과

분류번호	주요활동	PlanGraphics 경험적 통계 (중간값)	Pacific Gas & Electric Co. (중간값)	평균값
1	제작, 갱신, 유지관리	50%-90%(70%)	50%-60%(55%)	62.5%
2	수집, 확인, 기록	30%-40%(35%)	50%-60%(55%)	40%
3	분석, 활용	50%(50%)	60%-80%(70%)	60%
4	감독, 확인	50%(50%)	자료없음	50%

1) 비용발생을 억제하는 의사결정

예를 들어 GIS를 사용하여 지하의 시설물들이 정확히 표기된 지도를 사전에 참조하여 계획 및 시공을 하는 경우와 이러한 정보없이 굴착했을 때를 비교하면 GIS를 활용한 경우가 지하시설물의 파손의 확률을 극소로 감소시킬 수 있다.

2) 이미지 개선

GIS를 활용하면, 계획 또는 설계과정이 체계적이어서 시공하는 업체나 주관기관의 이미지를 개선시킬 수 있다.

3) 서비스 개선

GIS를 활용하면 여러 관련 부서의 정보를 교류 및 참고를 할 수 있어 사용자들의 문의사항 및 고장신고에 신속정확하게 대처할 수 있다.

4) 정보상품의 판매

많은 정부기관에서 자체로 활용하던 지형공간 자료기반부를 가공처리하여 판매하여 수입을 올리고 있다. 이는 장비투자 회수기간을 단축시킬수 있는 좋은 방안이다.

5) 긴급사태의 효율적인 대처

홍수, 화재, 상수도관 파열, 가스폭발등의 긴급사태에서는 GIS이 중요한 역할을 하게된다.

3. 비용/효과 분석 적용사례

본연구에서는 GIS도입에 따른 비용/효과 분석모형을 국내 도시가스회사에 적용시켰다. 도시가스회사의 주요임무는 회사의 여러 자원을 활용하여 도시가스를 일반시민 및 단체에 안전하게 공급하는 것이다. 주요활동으로는 Gas 공급계획 및 배관설계, 배관 및 기타 Gas시설 부설공사, 가스 공급, 검침 및 요금징수, 시설물관리 및 교체공사등의 업무가 있다.

3.1 GIS 도입목적

- 부서간 자료의 교환 및 공유의 활성화
- 업무추진 또는 의사결정에 정확한 자료제공
- 시설물교체 지시문서의 질적향상

- 시설물교체 지시문서처리 비용 절감
- 시설물관련 자료의 유지관리 비용 절감

3.2 GAS시설물 관리에 필요한 시스템 설계

1) 주요 기능

- 계획도면및 설계도면 관리
- Index 도면관리
- 각종 시설물 도면 관리 및 편집
- 측정(각, 거리, 호경, 면적)
- 주요 설비찾기(도면별, valve별, 정압기별)
- application program(출력도면작성, gas 추적, 상세도 관리, 수용가 관리)

2) 사용자 및 업무의 규모

국내의 대규모 도시가스회사에서의 업무는 약 100명 이상의 인원이 앞서 말한 수요예측 및 배관 설계, 배관시설, 가스 공급, 시설관리, 요금관리의 업무를 수행하고 있다. 때로는 관할 지역이 중앙 본사건물과 멀리 떨어져있는 경우도 있어 GIS 설계할 때 network를 중요시 하여야 한다. 또한 도시가스가 공급되는 가구수는 300,000가구이상이며 면적으로는 200Km² 정도가 되며, 사용하는 지도의 축척은 1/30,000, 1/3,000, 1/1,200, 1/600 등 다양하며 그 수량도 2,000매 이상을 사용하고 있다. 도엽당 3MB정도로 추정하면 순수 도형자료만 수용하는 저장 매체는 3GB정도가 되므로 저장매체에 대한 용량도 충분히 검토되어야 한다.

3) 시스템 설계

본 경우에는 분산방식으로 설계하였는데 연도별 각장비의 투자를 93년에서 95년까지 단계별로 구입하고 비용/효과 분석은 97년까지 하였다.

3.3 비용산정

1) 현재활동의 인건비

현재 활동인건비의 산정은 앞서분류한 항목에 따라 연도별로 산정하였는데 총비용은 항목별 소요되는 man.year에 연간 급여를 곱하여 산출하였다. 연간 급여는 1,500 만원으로 설정하였으며 소요 Man.year의 산정은 Pacific Gas회사의 자료를 기초로 하였는데, Pacific Gas사의 수용가 가구수와 국내 대규모 Gas회사의 수용가 가구수의 비율을 계수로 적용시켰다. Pacific Gas사의 수용가 가구수는 3,100,000이며 국내회사의 경우는 300,000 가구이므로 적용계수는 $300,000/3,100,000 = 0.096774$ 이다. 또한 회사사업의 연간 증가율에 따른 소요 인력의 증가율을 주요활동에 따라 3% - 5% 로 가정하였다.

표 3.1 주요활동별 소요 man.year

분류번호	주요활동	man.year	연간 증가율
1	제작, 갱신, 유지관리	$280 \times 0.096774 = 28$	5%
2	수집, 확인, 기록	$280 \times 0.096774 = 28$	5%
3	분석, 활용	$580 \times 0.096774 = 57$	5%
4	감독, 확인	$100 \times 0.096774 = 10$	3%

표 3.2 연도별 소요 인건비

(단 가: 천 원)

분류번호	주요활동	'93	'94	'95	'96	'97
1	제작, 갱신, 유지관리	420,000	454,230	481,240	531,288	574,588
2	수집, 확인, 기록	420,000	454,230	481,240	531,288	574,588
3	분석, 활용	855,000	924,682	1,000,044	1,081,547	1,169,683
4	감독, 확인	150,000	159,135	168,628	179,107	190,015
합 계		1,845,000	1,992,277	2,151,368	2,323,228	2,508,880

표 3.1의 수치를 적용시켜 현재의 인건비를 연도별로 계산하는데 있어서 소요 man.year에 인력증가율과 물가상승효과 3%를 곱하면 다음과 같은 비용표를 작성할 수 있다.

2) GIS구축의 비용

GIS구축 비용은 앞서 정의한 항목과 장비투자 내용에 따라 국내의 실정에 맞는 수치를 적용시켰다. 실제의 구입 가격과, 자료수치화 단가와 정부노임단가등을 적용시켰으며, 이러한 단가에 연도별로 투자되는 항목의 개수를 곱하여 항목별 비용이 산정되었다.

표 3.3 연도별 GIS 구축 비

(단위 : 천 원)

비용 항목	세부 항목	'93	'94	'95	'96	'97
hardware	server	109,304				
	저장매체	60,816	27,000	18,000		
	입력장비	24,000	27,000			
	출력장비	63,000	9,800	6,000		
	workstation	50,000	25,000	15,000		
	network	56,000	110,000	75,000		
	소 계	363,120	198,800	114,000		
software	gis	150,000	150,000	90,000		
	cad		30,000	20,000		
	dbms	110,000	90,000	60,000		
	os	5,600	900	600		
	소 계	265,600	270,900	170,600		
업무분석	요구조건조사	20,000				
	database설계	6,000				
	소 계	26,000				
자료 수치화	기존도 수치화	500,000	367,500			
	향측					
	scanning					
	vectorizing					
	소 계	500,000	367,500			
application 개발	설계	15,280	33,616			
	programming	44,800	64,944			
	소 계	60,080	98,560			
교육	기술자	26,000	6,000	3,000	3,000	3,000
	관리자	6,000		3,000		
	소 계	32,000	6,000	6,000	3,000	3,000
유지관리	hardware	7,828	7,828	7,828	7,828	7,828
	software	6,640	6,640	6,640	6,640	6,640
	database	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
	설비	40,000				
	소 계	114,468	74,468	74,468	74,468	74,468
합	계	1,361,268	1,016,228	365,068	77,468	77,468

표 34 연도별 누적비용

비용 항목	세부 항목	'93	'94	'95	'96	'97
hardware	server	109,304				
	저장매체	60,816	27,000	18,000		
	입력장비	24,000	27,000			
	출력장비	63,000	9,800	6,000		
	workstation	50,000	25,000	15,000		
	network	56,000	110,000	75,000		
	소 계	363,120	198,800	114,000		
software	gis	150,000	150,000	90,000		
	cad		30,000	20,000		
	dbms	110,000	90,000	60,000		
	os	5,600	900	600		
	소 계	265,600	270,900	170,600		
업무분석	요구조건조사	20,000				
	database설계	6,000				
	소 계	26,000				
자료 수치화	기존도 수치화	500,000	367,500			
	향측					
	scanning					
	vectorizing					
	소 계	500,000	367,500			
application 개발	설계	15,280	33,616			
	programming	44,800	64,944			
	소 계	60,080	98,560			
교육	기술자	26,000	6,000	3,000	3,000	3,000
	관리자	6,000		3,000		
	소 계	32,000	6,000	6,000	3,000	3,000
유지관리	hardware	7,828	7,828	7,828	7,828	7,828
	software	6,640	6,640	6,640	6,640	6,640
	database	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
	설비	40,000				
	소 계	114,468	74,468	74,468	74,468	74,468
합	계	1,361,268	1,016,228	365,068	77,468	77,468

3.3 효과산정

GSIS를 도입하였을 때의 연도별 비용은 앞의 표 35 연도별 소요 인건비에 표 22 GSIS 도입에 따른 효과를 적용시켜 다음표를 작성하였다.

표 3.5 GIS를 도입하였을 때의 소요 인건비

분류번호	주요활동	'93	'94	'95	'96	'97
1	제작, 갱신, 유지관리	288,750	312,283	184,218	199,232	215,469
2	수집, 확인, 기록	336,000	353,384	294,749	318,771	344,751
3	분석, 활용	588,500	647,277	400,017	432,618	467,877
4	감독, 확인	112,500	119,351	84,413	89,533	95,007
합 계		1,336,750	1,442,295	963,397	1,040,174	1,123,104

그러므로 GIS를 도입하였을 때 소요되는 총비용은 GIS구축비(표 3.6)과 도입시의 인건비(표 3.5)를 합하여 다음 표 3.6과 같이 산정된다.

표 3.6 GIS도입시 연도별 총비용

연 도	'93	'94	'95	'96	'97
투자 없을 경우	1,845,000	3,837,277	5,998,645	8,311,871	10,820,751
투자 했을 경우	2,697,018	5,155,541	6,484,006	7,601,648	8,802,220

3.4 비용/효과 분석

일반적으로 비용과 정량화 가능한 효과를 분석할 때, 투자를 하지 않았을 때의 누적비용과 투자를 하였을 때의 누적비용을 일정한 기간을 기준으로 비교하여 평가를 한다. 다음은 투자하지 않을때와 투자했을 때의 연도별 누적비용과 이를 그래프로 표시한 그림이다.

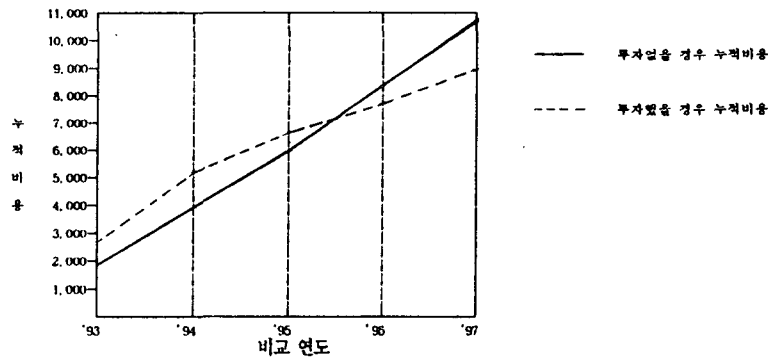


그림 3.1 누적 비용곡선

위 그림 3.1 에서 투자없을 경우 누적비용선은 물가상승과 업무증가에 의한 인력증가로 인하여 인건비가 계속 급경사로 증가함을 볼 수 있다. 투자했을 경우의 누적비용선을 보면 초기투자로 인하여 첫 2년간은 급경사이나 그후로는 투자의 규모가 작아지고 효과는 커지기 때문에 직선의 경사가 완만해지는 것을 알 수 있다. 이 두선이 만나는 지점이 투자회수지점인데 위그림에서는 '95연도 중순경에 회수가 가능하여 약 2 ~ 3년이 필요하다는 사실을 알 수 있다.

4. 결 론

본연구에서는 GIS 도입시 필요한 경제적 평가의 분석방법에 대해서 고찰하였다. GIS에 적합한 비용/효과 분석모형을 확립시키는데 있어서 비용모형은 국내의 도입경험치를 적용시켜 우리 실정에 맞는 비용모형을 제시하였으며, 도입효

과에 효과모형은 외국의 여러연구결과를 참조하여 적용하였다. 본연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. GIS 비용/효과 분석모형을 확립기 위하여 비용모형을 크게 8개의 항목으로 분류하였으며 이는 다시 24개의 세부항목으로 분류하였으며, 이들 24개의 세부항목은 다시 세분류하여 해당되는 항목의 단가를 조사하여 정하여, 국내의 실정에 맞는 GIS 비용/효과 분석모형을 확립하였다.
2. 효과모형의 확립에 있어서 효과를 크게 능률향상, 효과향상 및 정량화 불가한 효과로 분류하였으며 비용/효과 분석에 있어서는 정량화 가능한 효과만을 고려하였다. 여기에 해당되는 수치를 산정하는데는 해외 실적치를 적용시켰으며 앞으로 국내의 사례가 많이 발표되어 국내의 실정에 맞는 경험치가 적용되어야 할 것이다.
3. 확립된 비용/효과 모형을 국내의 대규모의 도시가스공급 업체에 적용시켜 분석을 한 결과 투자에 대한 회수기간은 약 2~3년 이었다.

참고문헌

1. Joint Nordic Project-Community Benefit of Digital Spatial Information, Report 3, Digital Map Data Bases-Economics and User Experiences in North America, 1987, pp 1- 29
2. A.L.Clarke, GIS Specification, Evaluation, and Implementation, GIS-Principles and Applications Vol.1, 1991, pp 477-488.
3. H.J. Onsrud, Understanding the Uses and Assessing the Value of Geographic Information, GIS/LIS '89 Orlando Vol.2, 1989, pp 404-411.
4. H.J.Dickinson and H.W.Calkins, The Economic Evaluation of Implementing a GIS, Int. J. Geographical Information Systems, 1988, Vol.2, No.4, 307-327
5. D.L. Wilcox, Concerning 'The Economic Evaluation of Implementing a GIS', Int. J. Geographical Information Systems, 1988, Vol.4, No.2, 203-210
6. D.A.Smith, R.F.Tomlinson, Assessing Costs and Benefits of Geographical Information Systems:Methodological and Implementation Issues, Int. J. Geographical Information Systems, 1992, Vol.6, No.3, 247-256
7. S/W 개발비 산정기준 문제점 및 개선방향에 관한 연구, 1993, 한국 소프트웨어 산업협회
8. J.C.Antenucci, GIS:A Guide to the Technology, Van Nostrand Reinhold, 1991, pp 65-82.
9. P.M. Durgin, Flangraphics Inc, Facsimile Correspondence, 1993
10. Joint Nordic Project-Community Benefit of Digital Spatial Information, Report 3, Digital Map Data Bases-Economics and User Experiences in North America, 1987, pp 67-77