

지리공간자료의 경제적 갱신과 교환체계를 위한 모형개발 - 대구광역시를 사례로 -

남형근^{1*} · 사공호상² · 엄정섭¹

Developing Framework Model for Economic Renewal and Exchange of Geo-Spatial Data

- A Case Study of Daegu Metropolitan City -

Hyeong-Geun NAM^{1*} · Ho-Sang SAKONG² · Jung-Sup UM¹

요 약

1996년부터 3단계 국가GIS 5개년 계획이 시행되고 있는 현재까지 지리정보기술은 다양한 분야에 활용되고 있으나, 그 기술의 근간이 되는 지리공간자료의 최신성과 정확성을 확보할 수 있는 체계를 갖추지 못하고 있다. 지리공간자료(수치지형도, 수치주제도)와 관련된 업무는 지형지물의 변화 발생에서부터 자료수집, DB 구축, 유통, 공유 등 모두가 개별적으로 이루어지고 있다. 이와 같은 개별구조를 하나의 흐름으로 연계하여 효율적이고 체계적인 업무처리가 이루어질 수 있도록 일관성 있는 모형개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 대구광역시를 사례로 지리공간자료의 경제적 갱신과 교환 방안을 제시하고, 기존의 업무수행 절차와 비교하여 비용편익분석을 실시하였으며, 그 결과를 이용하여 모형을 개발하였다.

주요어 : 지리공간자료, 경제적 갱신, 상시갱신, 경제적 교환, 실시간자료 교환, 비용편익분석, 모형개발

ABSTRACT

Geo-spatial technologies are being adopted in variety fields since the 3rd NGIS plan that was started at 1996. However, the required system or structure to guarantee the up-to-date validity and accuracy of the geospatial data - the most fundamental elements of the technology - was not constructed yet. All the activities related to geospatial data, including topographical map and numerical base map, are all implemented in separate way; from change of geographical objects and features, data gathering, and database construction to distribution, transfer and sharing of these data. The data model that links all the activities are required that enables consistent data-flow and effective and systematic work-flow.

2008년 2월 25일 접수 Received on February 25, 2008 / 2008년 3월 24일 심사완료 Accepted on March 24, 2008

1 경북대학교 대학원 지역정보학과 Department of Interdisciplinary Program in Geographic Information, The Graduate School, Kyungpook National University

2 국토연구원 국토정보연구센터 Geospatial Information Research Center, Korea Research Institute for Human Settlements

* 연락처자 E-mail : hknam@daegumail.net

In this study, economic data renewal and exchange method was proposed, and benefit-cost analysis was implemented by comparing the conventional work-flow to newly proposed work-flow. The case study was implemented using the model that was adopted in Daegu metropolitan city, and the model was developed by reflecting these results.

KEYWORDS : *Geo-Spatial Data, Economic Renewal, Ordinary Renewal, Economic Exchange, Real Time Data Exchange, Benefit-Cost Analysis, Framework Model Developing*

서론

제3차 국가GIS기본계획에 의하면 국가GIS 1, 2, 3차 전체예산 규모는 2조 2,979억 원 정도이며, 전체 예산의 21.7%에 해당하는 4,986억 원이 기본지리정보 구축에 소요된다. 기본지리정보 구축을 국가와 지방이 각각 일정한 비율씩 부담하는 매칭 펀드 형태로 시행하고 있다고 볼 때, 그 비용은 2배 증가한 9,862억 원 정도이다. 또 자치단체에서 지방비에 의하여 추진하는 지리정보시스템 구축에 따른 별도 예산을 고려하면 더 많은 예산이 소요된다고 볼 수 있다.

국가GIS 사업은 단계에 따라 많은 예산이 증가함에도 불구하고 사업의 성공적인 추진을 위해서 지리정보의 신뢰성 확보가 지속적으로 거론되고 있다. 이는 제3차 국가GIS기본계획(2006-2010)의 중점추진과제에서 “데이터의 최신성과 신뢰성을 확보하기 위해서 지속적이고 체계적으로 데이터를 갱신해야 한다.”라고 제시된 내용에서 확인된다. 이는 허민(2003)의 연구에서 “기술적, 조직적, 제도적 문제들이 총체적으로 서로 연결되어 있는 상태이기 때문에 모든 문제를 한꺼번에 해결하기는 곤란하다.”고 제시된 것에서도 찾을 수 있다. 조명희(1999) 등은 “GIS사업은 최초의 비용이 소요된 후에도 시스템 운영비와 유지비가 계속 지출되어야 한다”라고 하였다.

Huxhold와 Levinsohn(1995)은 일반적인 경영정보시스템에 비하여 지리정보시스템의 통합은 개념부터의 차이점으로 인하여 부서와 관련 기관간의 협력이 필요하다고 하였다. Craig(1992)는 공간정보 공유를 위한 장애요인으로 노골적

이거나 억지 조건에 의한 거부와 확장성을 고려하지 않은 데이터 구축을 제시하였다. Masser와 Campbell(1995)은 지리공간자료의 공유과정에 대한 장애물을 참여자 이견과 사용자 능력, 활용에 대한 기술능력 및 효과에 대한 인식차이로 부서 간에 합의가 어렵다고 제시하였다. Shepherd(1991)는 지리정보의 통합을 2단계로 구분하였으며 첫째로 개별시스템이 호환성을 갖기 위하여 공통점이 없는 자료 사이에 존재하는 일관성이 없는 모순을 제거해야 한다. 둘째로 개별 시스템이 일관성 있는 데이터를 유지하기 위하여 데이터베이스 기술이 필요하다고 하였다. Aronoff(1989)는 지리정보시스템 성공에 영향을 주는 주요 요인으로 정확성과 일관성에 의한 공간데이터의 유용성을 언급하고 있다.

Oosterhoff(1993)은 각기 다른 수준에 있는 개별시스템을 통합할 수 있는 3가지 유형으로 “Display level, Process level, Storage level”을 제시하였고, 이러한 수준이 사용자로부터 자료 형식과 구조를 숨기는 진정한 통합 지리정보시스템이라고 하였다. Usery(2003)은 데이터 통합은 국가 지도를 위한 뜻 깊은 문제라고 언급하면서 레이어기반 접근으로 자료통합을 제안하였다.

이와 같이 제시된 모든 문제들은 국가와 자치단체, 유관기관 등이 측량법, 국가GIS법, 자치단체와 유관기관의 제반규정, 지리공간자료의 갱신, 지리정보시스템 구축 방법, 유관기관과의 공유체계 등과 같은 다양한 사슬구조로 묶여 있기 때문으로 볼 수 있다. 이러한 사슬구조 체계에도 불구하고 자치단체와 유관기관들은 독자적인 행정절차에 의하여 지리정보시스템을

구축·운영하고 있다. 지리공간자료들의 최신성은 전혀 확보되지 못하고 있으며, 제작된 지리공간자료들은 오프라인으로 공유하고 있는 실정이다.

이와 같이 관련 연구들이 존재하지 않는 원인으로 첫째, 통합시스템과 개별시스템 간에서의 업무수행 역할이 상이하다. 둘째, 통합시스템과 개별시스템에 구축된 공간정보 데이터베이스의 축척과 제작시기, DB 구축에 소요되는 비용, 지속적인 갱신비용, DB의 내용이 상이하다. 셋째, 실시간 자료공유, 행정적인 절차와 이해관계 등으로 인하여 실행에 옮기는 것이 쉽지 않기 때문이다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 제도, 경제적 갱신, 경제적 교환 등의 측면에서 접근할 수 있는 방법과 절차를 체계화하고 이를 기반으로 지리공간자료의 경제적 갱신과 교환체계를 위한 모형을 개발하고자 한다. 연구방법으로 선행연구 여부와 유사연구를 조사하였으며, 제도적인 체계와 한계점, 국가 GIS 1, 2, 3차 기본계획과 후속연구들을 검토하였다.

이를 위하여 본 연구의 사례지역인 대구광역시의 각종 내부계획과 지역 유관기관들의 사례, 지리공간자료의 유통과 활용사례, 타 자치단체에 대한 계획들을 분석하였다. 결과를 기반으로 지리공간자료의 경제적 갱신과 교환체계에 대한 방안을 도출하고, 타당성을 검증하기 위하여

비용·편익 분석을 통한 경제성 평가를 실시하였으며, 일정한 체계의 표준화 모형을 개발하였다.

연구범위는 첫째, 공간적 범위로 본 연구자가 직접 업무를 추진함으로써 가장 잘 이해할 수 있는 대구광역시를 대상지역으로 선정하였다. 둘째, 본 연구를 위하여 필요한 제도적 기반과 지리공간자료의 갱신에 대한 책임, 상시갱신 체계의 도입, 통합시스템과 개별시스템 간 변화된 객체만을 실시간으로 서로 주고받을 수 있는 방안, 속성정보의 갱신방안, 시스템과 네트워크의 속도저하를 방지할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다. 셋째, 본 연구의 검증을 위하여 경제성 평가를 실시하였으며 평가결과를 이용하여 경제적 갱신과 교환 방법에 대한 일련의 흐름과 절차에 대하여 모형개발을 실시하였다.

이론적 고찰

1. 실무사례 고찰

본 연구를 위해서 우선 자치단체의 지리공간자료(수치지형도 및 수치주제도)에 대한 제도와 갱신 및 교환, 변화를 시도하고 있는 사례 등에 대한 분석이 요구된다. 자치단체 제도에는 조례 및 시행규칙, 훈령 등이 있으나, 자치법규정보시스템에 의하면 대부분의 조례는 수치지형도 유통관련 규정이 중요시 되고 있다. 민간기관이 소유하고 있는 수치주제도에 대한 규정은 민간

TABLE 1. 수치지형도 갱신사례 비교

구 분	유 형 (A)	유 형 (B)	유 형 (C)
신규제작	국비:지방비 각50%	지방비 100%	
갱신사업	국비:지방비 각50%	지방비 100%	
사업주체	국지원	자치단체	수치지형도
소 유 권	각 100%	"	제작지역별
유상판매	국지원 판매 균등 배분	"	(A),(B)유형
공동활용	국지원, 자치 단체가 제공	"	적용가능
갱신주기(측량법)	3년 이상 1회 갱신		
현실적 갱신주기	5년	5~7년 이상	

※ 국토지리정보원 : “국지원”으로 표현함

기관과 관련된 부분으로 제외하고 있다. 대구의 경우에는 조례시행규칙에서 CAD 파일의 활용에 대한 규정을 명시하고 내부지침으로 CAD 파일의 활용에 대한 규정을 운영하고 있다.

1) 지리공간자료의 갱신사례

지리공간자료는 수치지형도, 수치주제도, 속성정보 등으로 구분되어 자치단체의 여건에 따라 주기적 갱신, 수시갱신, 상시갱신으로 시행되고 있다. 수치지형도는 중앙정부와 자치단체간 비용부담 주체에 따라 3가지 유형(A), (B), (C)으로 시행되고 있다(표 1).

수시 갱신과 상시 갱신은 그 의미에서 변화가 발생한 지역에 대하여 별도의 신규제작 및 갱신사업을 수행하는 방법과, 일정기간 중장기 단가계약을 통해서 변동사항을 관리하는 방법으로 구분된다. 수시갱신은 일정한 영역을 대상으로 수치지형도를 제작하는 방법이며, 상시갱신은 계약된 지역을 대상으로 변화가 발생한 개별 객체들을 조사하여 갱신하는 방법으로 볼 수 있다. 대구는 본 연구가 진행될 당시에 2007-2012년까지 약 25억 원으로 총괄단가계약을 체결하여 상시갱신을 추진 중에 있으며, 대상면적 884.5km²에, 1:1,000축척 2,082매 및 1:5,000축척 145매로써 변화된 내용을 조사하여 DB에 입력하는 방법이다. 수치주제도의 지하매설물 관리는 대부분 상시갱신 체계를 도입하여 운영하고 있다고 볼 수 있다.

수치지형도의 경우에는 대부분 속성정보를 보유하지 않고 있으며, 수치주제도는 주제도에 대한 응용시스템 개발과 DB 구축과정에서 속성정보를 조사하여 입력하고 있다. 지하시설물 관련 수치주제도의 경우에는 시설물을 관리하는 기관에서 공간자료와 속성자료를 동시에 제출받아서 공간자료의 입력과 함께 속성정보를 입력하고 있다.

2) 지리공간자료의 교환사례

수치지형도의 교환은 낱장 형태의 도엽을

파일로 교환하거나 구축된 DB에서 shape 파일 형태로 가공하여 교환하며, 수치주제도는 shape 파일 형태로 교환하고 있다. 도엽단위의 교환은 DB에 반영하는데 도엽 당 일정비용이 소요되기 때문에 도엽수와 구축된 GIS의 개수에 따라 많은 비용이 수반된다. shape 파일에 의한 교환은 필요에 의하여 수시로 레이어들을 추출하여야 하며, DB화 하는데 일정비용이 소요되고 GIS의 개수에 따라 동일한 비용이 수반된다.

2. 문제점

수치지형도의 정확성과 최신성을 유지하기 위해서 대구가 제작한 1:1,000축척 2,082매를 일제 갱신하고자 할 경우에 약 8,328백만 원이 소요된다. 이렇게 제작된 수치지형도를 GIS를 구축한 기관에서 DB갱신에 활용하고자 할 경우에, 수치지형도 개별 도곽을 활용하는 경우와 구축된 DB에서 shape 파일로 추출하여 활용하는 경우에 따라 소요비용에서 많은 차이가 발생한다. 제도적으로 CAD 파일로 설계된 도면을 인허가 과정에서 수집하여 활용할 수 있도록 법에 명시되지 않으면 조례로 강제할 수 없다. 또, 설계과정에서 상대좌표를 사용함으로써 DB의 최신성 확보는 용이하지 않다.

상시갱신의 저해요인으로 첫째, 측량성과심사이다. 둘째, 상시갱신은 국비지원 사례가 없다. 셋째, 상시갱신에 대한 비용산출 근거가 없다. 넷째, 상시갱신 업무 프로세스가 없다. 다섯째, 상시갱신으로 신뢰성이 확보된 자료에 대한 시너지 효과를 간과하고 있다.

실시간 자료교환은 인체에 의한 재난사고를 예방할 수 있는 유일한 방법으로 볼 수 있으나 수많은 장벽으로 인하여 그 어려움이 많이 따른다. 첫째, GIS를 운영하는 각 기관의 이해관계가 존재한다. 둘째, 예산편성에서 독립적이다. 셋째, 자료교환을 위한 모듈이나 표준화가 없다. 넷째, 모든 GIS의 DB가 표준화되고 일치되어 있지 않기 때문에 동기화가 어렵다.

지리공간자료의 경제적 갱신 및 교환

1. 일관성을 위한 유기적 접근

자치단체의 지리정보시스템 구축과 운영, 유지관리, 활용 등에 대한 효과적인 모델을 설정하기 위해서는 ①,②,⑤와 같은 제도적 측면과 ③,④와 같은 기술적 측면으로 살펴볼 수 있다(그림 1).

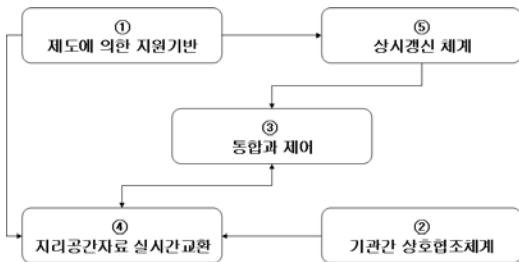


FIGURE 1. GIS의 효율적 추진체계

①제도 및 협조체계의 제도측면으로 ㉠조례/규칙, ㉡보안, ㉢협약체결 ㉣지침(CAD, 상시갱신) 등이 필요하다. 조례에서는 자치단체가 지원할 수 있는 제도를 구축하거나, 강제화 되어 있는 다른 제도를 완화하되, 보안규정을 통하여 국민의 안전과 재산을 보호 할 수 있어야 한다. GIS구축 기관들과 상호 Win-Win체계를 구축하고, 혼령 등 지침을 통하여 조례와 규칙 등에서 명시된 내용들을 지원할 수 있어야 한다. 협조체계 측면으로는 GIS구축 기관간의 역할 분담 명문화와 역할 준수를 위한 제도적 장치가 수반되어야 한다. 수치지형도 및 수치주제도의 갱신과 공유에 대한 체계화·시스템화를 통하여 외부요인에 상관없이 통합시스템과 개별시스템간의 모든 업무처리가 자동으로 이루어져야 한다.

②관리기관 측면에서 지리공간자료에 대한 관리주체와 역할분담 명문화로 갱신과 공유에 따른 예산절감을 할 수 있어야 한다(그림 2). 국가GIS초기에 자치단체가 지리공간자료 모두를 제작·관리하였으나, 인식의 확산과 지리정보

기술의 발달에 따라 수치주제도 분야는 독자적인 제작과 시스템구축을 수행하고 있기 때문이다.

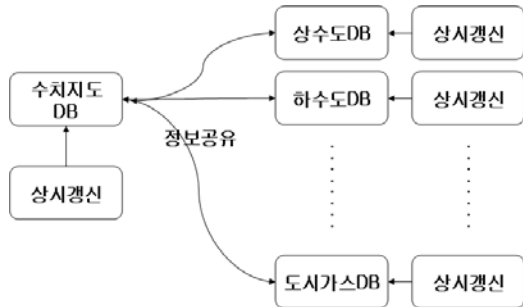


FIGURE 2. 상시갱신을 통한 정보공유

③ 통합·제어 측면에서 자치단체는 지역전체 모든 GIS의 Server 역할을 수행하여야 한다(그림 3).

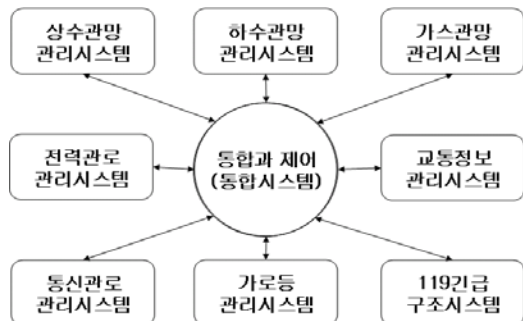


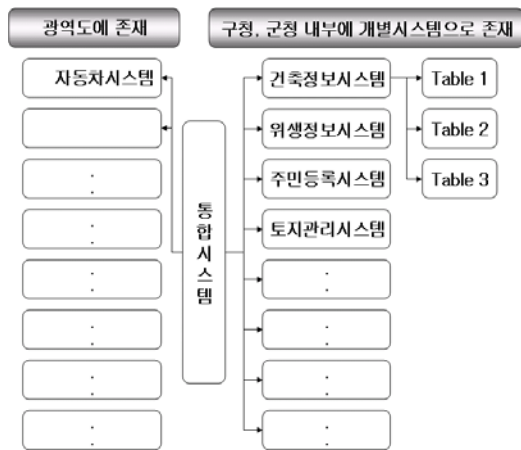
FIGURE 3. 통합과 제어 구조

또, 행정절차상 수집한 건축, 위생, 환경 등 각종 행정정보를 각각의 GIS에 실시간 연계·제공하여야 한다. 연계구조는 광역시(a)와 보통시(b)로 구분되며, 광역시의 구조는 효율성이 있는 반면에 자원의 낭비요인을 초래하지만 응답속도와 민원을 고려하면 광역시 연계구조가 용이하다(그림 4).

④ 갱신에는 갱신주체와 갱신방법을 고려할 수 있다. 갱신주체는 수치지형도와 수치주제도의 갱신 담당으로, 갱신방법은 민간위탁에 의한 갱신과 직원들에 의한 직접갱신으로 구분



[a] 광역시 연계구조



[b] 보통시 연계구조

FIGURE 4. 연계구조

할 수 있다. 교환측면으로 각각의 기관에서 관리하고 있는 정보들에 대하여 공개가능성 여부를 사전에 면밀히 검토하여야 한다. 또, 각각의 기관들이 구축한 DB가 지형도, 좌표 등의 부분에서 일치되어야만 동기화가 가능하다.

2. 경제적 갱신

상시갱신은 지리공간자료의 제작이나 갱신이 오래되었을 경우에는 전수조사를 실시해야 하기 때문에 크게 실효성이 없을 수 있으며 절차를 검토해야 한다(그림 5).

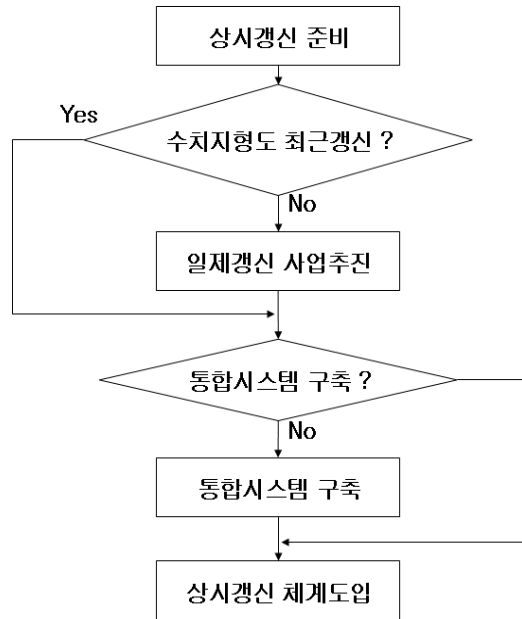


FIGURE 5. 상시갱신 준비사항

상시갱신을 위해 제도측면에서 체계적이고 장기적인 접근이 필요하다. 5년 정도의 장기계약에 의한 사업은 중장기 사업의 예산확보를 위해 중기재정계획 및 투융자심사 등을 신청하여 승인받아야 사업수행이 가능하다(그림 6). 이는 첫 계약당시 5년간 총괄계약하고 차기년도 부터 수의계약을 할 수 있기 때문이다.

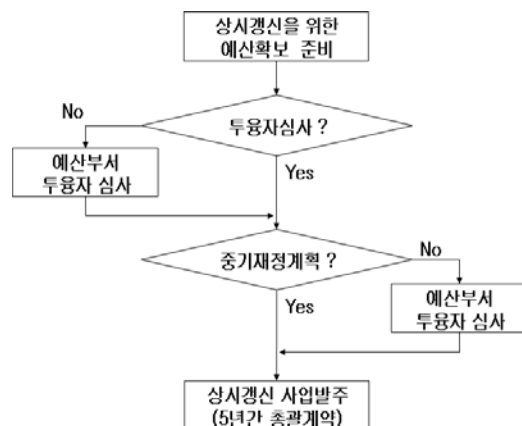


FIGURE 6. 중장기사업 예산확보 절차

CAD 도면을 활용하기 위해서는 제도 명문화 를 통하여 도면접수에서 활용, 관리에 이르는 절차가 포함된 지침을 훈령이나 예규로 제정하여 활용하여야 한다(그림 7).



FIGURE 7. CAD 파일 활용시 고려사항

지리공간자료의 유지관리는 GIS에 따라 상이하게 진행될 수 있다. 지상과 지하, 레이어 등에 따라 분야별로 각각 추진될 수 있기 때문이다. 이는 시간이 흐름에 따라 역할 분담이 증가하는 현상으로 볼 수 있으나, 안정화까지는 갱신주체에 의한 역할분담이 분명해야 하고 협조가 원활해야 한다(그림 8).

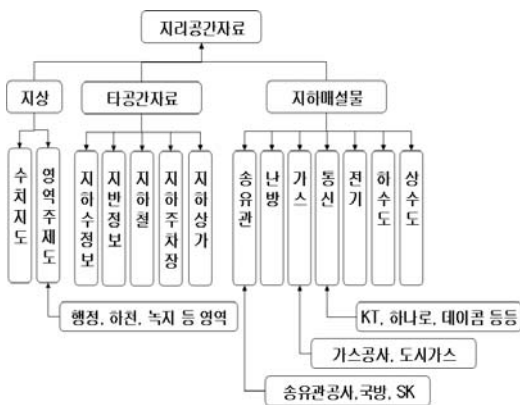


FIGURE 8. 지리공간자료의 갱신주체

지리공간자료의 신뢰성 확보를 위해서 상시 갱신체계를 도입함으로써 다양한 효과가 발생

할 수 있다(표 2). 상시갱신을 위한 기술측면으로 수치지형도 갱신을 위하여 조사 및 입력, 오류검증 체계구축, 주제도 확장입력, shape 파일에 의한 입력, 신고체계 구축 등이 필요하다.

TABLE 2. 주기적 갱신과 상시갱신 비교

구 분	주기적	상시
갱신주기 (최소 주기)	측량법 3년	최대 1개월
사업기간	최소 10개월	상시
통계기능의 정확도	낮다	높다
타시스템 연계에 따른 히트율	낮다	높다
국가기본도 수정갱신 효율성	낮다	높다
공공서비스 품질제고	낮다	높다
전체적인 균형적 품질(도화)	높다	낮다
최신성과 정확성	낮다	높다
CAD 파일의 활용 등 제도	불필요	필요
항공촬영	필요	불필요
제작 및 갱신 시점의 명확화	명확	불명확
성과심사 용이성	용이	불편
DB의 정확도 개선	불가	가능
관광용 지도제작 등 품질제고	낮다	높다

행정정보 연계는 토지관리시스템의 연계가 우선되어야 한다(그림 9). 이는 keyword로 주소와 주소위치를 표현하는 좌표정보가 주요변수로 작용하기 때문이다(그림 10).

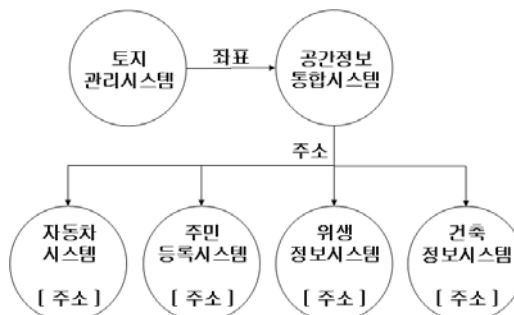


FIGURE 9. 연계를 위한 keyword

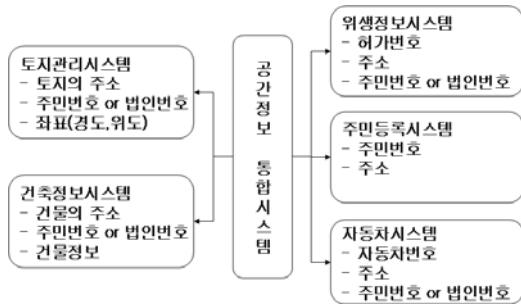


FIGURE 10. 시스템연계의 우선순위

주소정보는 연계를 위한 keyword 역할을 담당하며 토지의 분할·합병에 따라 변화가 빈번한 반면에, 행정정보와 연계를 위해서 매우 중요하다(표 3).

TABLE 3. 토지 분할·합병에 따른 주소변화

사 례	현상	면적	지목	소유자
· 기존의 토지 -동인동 230		100m ²	대지	김선달
↓				
· 분할요인 -동인동 230 -동인동 230-1	면적감소 신규생성	60m ² 40m ²	대지 대지	김선달 이순신
· 기존의 토지 -불로동 200-2 -불로동 200-7		100m ² 70m ²	대지 대지	홍길동 박문수
↓				
· 합병요인 -불로동 200-2 -불로동 200-7 -불로동 200-8	주소소멸 주소소멸 신규생성	100m ² 70m ² 170m ²	대지 대지 대지	 김삿갓

3. 경제적 교환

공간객체에 의한 실시간 교환은 H/W, S/W 등이 상이한 경우에도 이루어져야 한다. 이러한 물리적 환경은 기존의 지리정보시스템과 인터넷망 등을 활용가능하며, 혼합형 시스템구조에서 수행되는 관계로 자료교환 서버와 공동활용

서버를 통하여 제어와 공유 기능을 갖고 있다(그림 11).

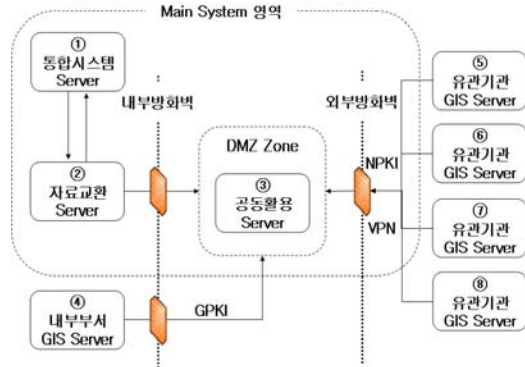


FIGURE 11. 실시간 교환 구조

통합시스템과 개별시스템간 실시간 자료교환을 위해서는 각 시스템의 지형DB가 다음의 절차에 의해 준비되어야 한다. 이는 DB의 수정과 말소에서 변화가 발생한 공간객체만을 송수신하기 위한 방법으로 반드시 지켜져야 한다.

도시가스와의 교환을 예로 들면, ①자치단체는 수치지형도를 세계측지계로 DB구축한다. ②구축된 DB에서 레이어들을 shape 파일형태로 추출하여 도시가스에 제공한다. ③도시가스에서는 shape 파일을 이용하여 DB를 구축한다. ④도시가스에서는 가스관망을 세계측지계로 DB에 입력한다. ⑤가스관망을 shape 파일형태로 추출하여 자치단체에 제공한다. ⑥자치단체에서는 가스관망을 DB갱신후, 협약에 의하여 제공하여도 무방한 기관에 제공하여 공유할 수 있도록 한다. ⑦자료교환체계에 의하여 실시간으로 자료가 송수신 가능하도록 open한다.

(그림 11)에서 ①,②,③은 자치단체에 설치되어 있으며, ④는 자치단체의 내부부서, ⑤,⑥,⑦, ⑧은 수치주제도 관리기관에 설치되어 있는 경우이다. 이러한 체계로써 통합시스템과 개별시스템간 공간객체별 송수신과정에 대한 데이터의 흐름은 다음과 같다.

첫째, 수치지형도의 갱신에 따라 통합시스템

서버의 DB내용이 변경되었을 경우를 고려할 수 있다. ①자료교환 서버는 통합시스템 서버의 DB변경 유무를 상시 관찰하고, 변경사항이 발생할 경우에 변경정보 XML형태로 변환하여 공동활용 서버에 전송한다. 이때, 변경된 정보가 사전에 허가된 전송대상 기관에만 전송될 수 있도록 기능 설정이 되어 있어야 한다. ②개별시스템의 대표 클라이언트는 공동활용 서버를 관찰하고, 변동사항이 발생하면 수신하여 자체 DB에 update한다.

둘째, 내부부서 및 유관기관 서버에서 시설물 정보를 신규로 입력하거나 갱신, 말소하였을 경우에 통합시스템 서버로 데이터를 전송하여 모두가 공유할 수 있도록 하는 방법이다. ①개별시스템의 대표 클라이언트는 변경된 정보를 XML 형태로 변환하여 공동활용 서버로 전송한다. ②자료교환 서버는 공동활용 서버에 저장된 새로운 정보를 이용하여 통합시스템 서버의 DB를 갱신한다. ③이때, 변경된 정보가 전송된 기관 이외의 기관과 공유할 필요가 있을 경우에는 공동활용 서버로 해당 데이터를 다시 송신하여 공유할 수 있도록 한다.

통합시스템과 개별시스템간 공간객체별 실시간 교환을 위해서 가상사설망(VPN : Virtual Private Network)과, 사용자의 신분을 확인을 위한 주민번호 및 금융권의 국가공개키기반구조(NPKI : National Public Key Infrastructure) 또는 정부공개키기반구조(GPKI : Government Public Key Infrastructure)를 통하여 보안에 철저를 기해야 한다.

경제성 평가 및 모형개발

1. 경제성 평가

1) 정량적 평가

본 연구의 검증용 위해 대구 사례로 경제성 평가를 실시하였다. 2007년을 기준년도로, 2006년 8월 한국은행의 콜금리 4.5%를 사회적 할인율로 적용하였다. 현행 수치지형도의 일반적 갱

신주기가 5-7년인 점을 감안하여 상시갱신 주기를 5년으로 설정하고 2016년까지 10년간을 평가를 수행하였다. 상시갱신 편익측정을 위해 수치지형도의 제작·갱신비용을 비교분석하면, 대구 사례를 기준으로 2007~2011까지 5년주기 갱신에 따른 소요비용은 83억원이 소요된다(표 4).

TABLE 4. 수치지형도 갱신비용
(단위: 백만원)

년도	도엽 (매)	갱신 비용				
		계	2007	2008	2009	2010 2011
합 계	8,328	3,836	924	3,568		
2004	959	3,836	3,836			
2005	231	924		924		
2006	892	3,568			3,568	

※ 산출근거: 도엽수 × 수정단가(4,000천원)

2007년 7월부터 25억원(=5년×5억원)으로 상시갱신 사업을 추진 중에 있으며, 이는 주기적 갱신과 상시갱신에 따른 비용분석에서 성과심사 비용을 고려하지 않고 단순비교에서 약 58억 원 정도의 편익이 발생하고, 향후 10년을 고려한다면 116억 원 정도의 편익이 발생한다고 볼 수 있다.

실시간 교환에 대한 편익은 대구가 공간정보 통합시스템 구축의 일환으로 수행한 “유관기관과 실시간 자료교환체계 구축”에 소요된 비용을 근거로 편익을 측정하고자 하며, 대구지역은 14개의 GIS을 갖고 있다. 시스템 구축에 소요된 비용은 약 2억 원 정도이다(표 5).

DB 구축비용 산정은 ①개별 도곽 형태, ②shape 파일, ③shape 파일을 추출하는 경우로 구분하고, (표 6)의 2006년 건설표준품셈과 측량기술자 노임단가를 적용하였다.

날도곽 이용에서의 설계제원은 구조화편집 면적(1:1,000, 2,082매, 520.5km²)과 지형구분(시가지, 교외지 등), 축척별 시간당 작업량 0.016 km², 지형증감계수, 작업반 편성 등을 고려하여 소요비용을 산정하였다(표 7). 개별 도곽당 DB 구축 비용은 348,000원(=725,050,495원 / 2,082매)

TABLE 5. 시스템구축 소요현황

				(단위: 천원)
기 관	H/W	수 량	단 가	금 액
합 계				201,445
시	자료교환체계 서버	1	12,660	12,660
	공동활용 서버	1	12,660	12,660
	VPN 서버	1	6,000	6,000
	VPN for 클라이언트	9	315	2,835
	ArcGIS, ArcEditor	1	17,290	17,290
	DBMS	1	프리웨어	0
산하	대표 클라이언트	8	기존장비	0
유관	대표 클라이언트	9	기존장비	0
자료교환체계 서버용(시)		1식	80,000	80,000
산하,유관기관(각 GIS)		14개	5,000	70,000

* VPN 클라이언트 9개는 외부기관을 의미함 * 유지보수율은 예산편성지침 7% 적용

이다. shape 파일을 이용한 DB구축 비용은 표준품셈으로 인건비 산정이 곤란하여 실작업 소요량으로 산출하고, 재료비 및 기계비는 제외하였다. shape 파일추출에 따른 소요비용을 산정은 앞에서 언급한 기준들을 혼용한 형태이며, 소요비용은 225,126원으로 산정되었다.

shape 파일을 이용하여 DB구축에 소요되는 비용은 지형도의 경우 3,901천원, 주제도의 경우 50,713천원이다. 수치지형도는 대구시가 각각의 기관에 제공하기 때문에 1회로 하고, 주제도는 14개 기관 각각 추출하여 13개 기관에 제공한다(표 8).

TABLE 6. 노임단가 기준

구 분	1일 노임단가 (단위 : 원)		
	초급	중급	고급
금 액	96,891	112,563	124,904

TABLE 7. 작업공정별 소요비용

구 분	기술자	작업 일수	인건비
			(단위:원)
		소계	725,050,495
개별도곽 이용 DB 구축비용	고급 1인	665	83,061,160
	중급 1인	3,987	448,788,681
	초급 1인	1,994	193,200,654
		소계	3,901,188
shape 파일 이용 DB 구축비용	고급 1인	6	749,424
	중급 1인	28	3,151,764
shape 파일 추출비용	중급 1인	2	225,126

TABLE 8. DB 갱신비용

구 분	기관	횟수	금 액	
			단가	총액
			91,663	
지형도 이용	13	1	3,901	50,713
주제도 이용	13	14	225	40,950

TABLE 9. shape과 실시간교환 비교

구분	실시간 교환	shape 파일로 갱신	차액
계	201,445	458,315	256,870
2007	201,445	91,663	
2008		91,663	
2009		91,663	
2010		91,663	
2011		91,663	

지역전체가 1회 갱신에 약 91백만 원 정도 소요되며 편익을 산출하면 256,870천원의 비용 회피에 대한 편익이 발생한다(표 9).

사회적 할인율을 통하여 자료교환과 상시갱신에 따른 비용편익을 산출하였다(표 10, 표 11). B/C가 1보다 크고 IRR이 양의 값으로 전환되는 2010년부터 편익이 발생한다고 볼 수 있으며, 실시간 자료교환체계는 시스템구축 완료시점을 기준으로 3년이면 IRR이 9.63%에서 매년 증가하고 있다. 이는 김동건(2004)의 “IRR은 일종의 이익률이며, IRR이 높을수록 사업의 타당성도 그만큼 높아진다.”는 이론에 따라 시스템구축의 타당성은 매우 높다고 볼 수 있다. 대구가 5년간 25억원의 예산으로 단가계약을 통하여 상시갱신을 시행하고자 추진 중에 있으나, 25억원이 상시갱신에 따른 적정비용인가에 대하여는 검증되지 않은 상태이다.

기존 수치지형도 갱신방법에 따라 일체갱신은 일괄 투자되는 개념으로 비용편익분석에 한계가 있다. 이는 IRR의 도래시기가 주기적 일괄 갱신 시점을 기준으로 수익률이 나타남으로써 지속적으로 일정한 수익률을 나타낼 수 없으며,

TABLE 10. 자료교환 편익분석

년도	수익(B) 비용회피	비용(A) 소요비용	할인율(D) 4.5%	B/C 분석	내부 수익률 (IRR)
2007		201,445	0.95694	0.00	
2008	91,663	14,104	0.91573	0.41	
2009	91,663	14,104	0.87630	0.75	-42.59
2010	91,663	14,104	0.83856	1.05	9.63
2011	91,663	14,104	0.80245	1.30	19.90
2012	91,663	14,104	0.76790	1.53	23.27
2013	91,663	14,104	0.73483	1.72	24.50
2014	91,663	14,104	0.70319	1.90	24.91
2015	91,663	14,104	0.67290	2.05	24.94
2016	91,663	14,104	0.64393	2.19	24.81
2017			0.61620	2.19	24.81
2018			0.58966	2.19	24.81
2019			0.56427	2.19	24.81
2020			0.53997	2.19	24.81
2021			0.51672	2.19	24.81
2022			0.49447	2.19	24.81
2023			0.47318	2.19	24.81
2024			0.45280	2.19	24.81
2025			0.43330	2.19	24.81
2026			0.41464	2.19	24.81

5년 단위로 총액규모의 비교를 통하여 수익률을 계산할 수밖에 없으나, 비용편익 분석으로 수치지형도의 상시갱신은 61% 정도의 지속적인 IRR이 발생한다고 볼 수 있다.

TABLE 11. 상시갱신 편익분석

년도	수익(B) 비용회피	비용(A) 소요비용	할인율(D) 4.5%	B/C 분석	내부 수익률 (IRR)
2007		472,000	0.95694	0.00	
2008		474,000	0.91573	0.00	
2009		475,000	0.87630	0.00	
2010	3,836,000	473,000	0.83856	1.89	57.45
2011	924,000	474,000	0.80245	1.90	58.98
2012	3,568,000	472,000	0.76790	2.74	61.69
2013		474,000	0.73483	2.40	61.62
2014		475,000	0.70319	2.14	61.63
2015		473,000	0.67290	1.95	61.71
2016	3,836,000	474,000	0.64393	2.45	61.21
2017		472,000	0.61620	2.27	61.27
2018		474,000	0.58966	2.12	61.34
2019		475,000	0.56427	2.00	61.43
2020		473,000	0.53997	1.89	61.54
2021		474,000	0.51672	1.80	61.67
2022		472,000	0.49447	1.72	61.82
2023		474,000	0.47318	1.65	62.01
2024		475,000	0.45280	1.59	62.23
2025		473,000	0.43330	1.54	62.51
2026		474,000	0.41464	1.49	62.87

2) 정성적 평가

지리공간자료의 경제적 갱신과 교환은 하나의 업무처리 흐름으로 연계되어야 시너지 효과가 높아질 수 있다(그림 12).

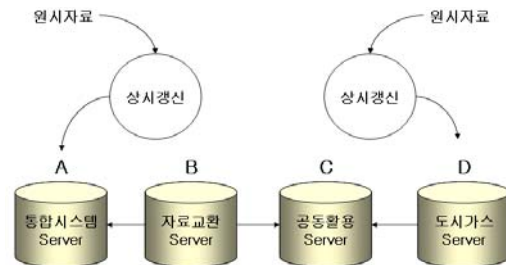


FIGURE 12. 상시갱신과 실시간교환 관계

정성적 평가방법에는 여러 가지가 있겠으나, 국내의 연구 자료를 통해 마이클 포터의 가치사슬 기반에서 Parker 등이 제시한 가치가속, 가치연결, 가치재구성, 가치혁신 부분을 적용하고자 한다. 그림 13은 경제적 갱신과 교환에 의한 가치연결 모형이다.



FIGURE 13. 갱신과 교환의 가치연결 모형

3) 평가결과

대구의 지리공간자료 상시갱신에 의하여 단순비교 결과 약 58억 원에 해당하는 69.9%의 절감효과가 있었다. 한국은행의 콜금리를 사회적 할인율에 적용하여 내부수익률을 계산한 결과 사업시행 4년차부터 편익이 발생하면서 약 18억 원에 해당하는 57%의 내부수익률을 나타내고 있다.

이와같이 도출된 69.9% 및 57%의 수익률은 Silva(1998)가 Joint Nordic Project Report에서 제시한 “제작, 갱신, 유지관리”에 의한 경험적 통계의 절감율 50~90%와 일치한다.(표 12)

경제적 교환을 위한 평가에서 4년차에 비용·편익비가 1보다 크게 되며 내부수익률 9.63%를 나타내고, 5년차부터 약 20%의 수익률을 지속적으로 유지하고 있다. 이는 Joint Nordic Project에서 제시한 “비용편익비”와 같

TABLE 12. 업무유형에 따른 비용절감율(%)

유형	PlanGraphics 경험적 통계	Pacific Gas & Electric Co.
제작, 갱신, 유지	50~90%	50~60%
수집, 확인, 기록	30~40%	50~60%
분석, 활용	50%	60~80%
감독, 확인	50%	-

이 자동화되었을 때 4:1과 근접한 비용편익 비율을 갖고 있다(표 13).

TABLE 13. 비용편익비

B/C	지리정보시스템 활용분야
1:1	computer-aided mapping, updating
2:1	시스템이 계획, 공학
4:1	data Set이 자동화 되었을 경우
3:1	노르웨이 등 연구보고: Automatic Map
4:1	다른 관련기관과 정보를 공유
7:1	수작업에 비해 자동화된 경우

2. 모형개발

1) 수치지형도 갱신과 교환 모형

모형은 수치지형도와 수치주제도로 구분되며, 수치지형도 모형은지형도 갱신에서 개별시스템 서버에 이르는 자료의 흐름에 대한 모형으로 볼 수 있다(그림 14). 이 방법은 개별시스템들의 공간정보 데이터베이스가 불일치하던 요인 제거와, 주기적으로 소모되던 많은 비용을 절감할 수 있고, 신뢰성이 결여된 DB로 인하여 타 업무에 끼치는 악영향의 요인들을 제거할 수 있다.

제도에서 보완해야 할 사항으로는 측량법 시행규칙에서 상시갱신에 대한 측량성과심사 규정과 각종 설계에서 CAD 설계의 의무화에 대한 명문화가 필요하다. 공공측량 등에서 측량을 하거나 CAD에 의한 설계를 할 경우에 모든 꼭짓점에 대하여 절대좌표를 명시하고 별도의 레이어로 관리할 수 있도록 하여야 한

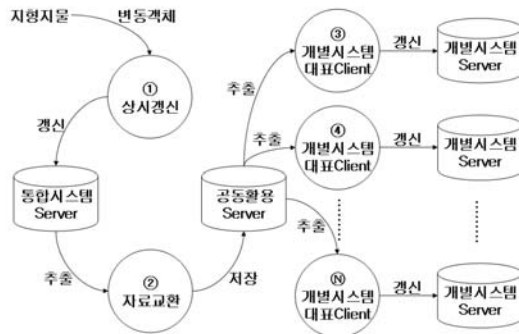


FIGURE 14. 수치지형도 갱신과 교환 모형

다. 국가GIS법에서는 통합시스템과 개별시스템의 공간정보 데이터베이스 일치화와, 실시간 교환에 의한 통합시스템의 구축, 통합시스템과 개별시스템간의 네트워크를 통한 시스템연계 등에 대한 명문화가 필요하다. 자치단체 조례와 시행규칙 및 훈령 등을 이용하여 수치지형도의 무상제공과, 행정기관 내부 및 외부민원의 경우에 각종 공사설계과정에서 CAD 파일로 설계된 도면을 접수하도록 해야 한다. CAD 파일로 설계된 도면의 행정기관 내부 이동에 대한 행정절차의 명문화가 필요하다.

상시갱신에 대한 제도로는 예산확보 등을 위한 행정절차와 현장조사에 의한 DB갱신 등의 절차가 필요하다. 행정절차를 3가지로 제시하면 첫째, 예산확보를 위한 중기재정계획 및 투융자심사에 대한 행정 처리를 통하여 장기사업에 대한 준비를 하여야 한다. 둘째, 계획된 예산에 의하여 실제 예산확보를 하여야 한다. 셋째, 장기계속 계약에 의한 사업발주를 하여야 한다.

현장조사에 의한 DB갱신 등의 절차로 공간정보와 속성정보로 구분하여 제시할 수 있다(그림 15).

첫째, 지형지물의 변동사항에 대한 조사를 위하여 순회 경로를 설정하고 조사하여 입력하여야 한다. 둘째, 토지정보시스템, 건축정보시스템 등과의 입체적 비교를 통하여 오류검증 체계를 구축하여야 한다. 셋째, 다양한 주제도의 확장입력을 하여야 한다. 넷째, 세계측지계로의 전

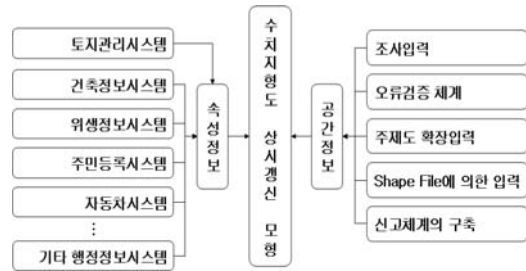


FIGURE 15. 공간 및 속성정보 상시갱신 모형

환이나 다양한 축척 등에서 발생하는 불일치된 공간정보 데이터베이스의 활용에 대비하여 shape 파일에 의한 입력기능을 준비하여야 한다. 다섯, 지형지물의 변동사항을 상시 모니터링 할 수 있도록 읍면동, 통장 및 반장, 시공업체 등을 통한 신고체계를 구축하여야 한다. 여섯, 행정정보를 통한 속성정보의 갱신을 위하여 반드시 토지정보시스템과 가장 먼저 연계하여야 하며, 토지의 분할과 합병에 따른 주소의 생성과 소멸을 가장 먼저 반영하여 공간정보 데이터베이스에서 지번에 대한 포인트 좌표를 갖고 있어야 하기 때문이다.

2) 수치주제도 갱신과 교환 모형

수치주제도에 대한 갱신과 교환 모형은 그림 16과 그림 17이 하나의 흐름으로 연속하여 수행되어야 각각의 개별시스템간 공유체계가 이루어질 수 있다.

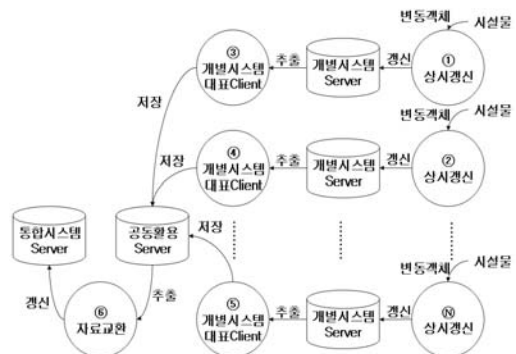


FIGURE 16. 수치주제도 갱신과 교환 모형

①, ②, ⑤에서 동시에 발생하는 상시갱신을 통하여 수치주제도에 해당하는 시설물 원시자료의 변동사항들이 개별시스템 서버의 DB에 등재됨으로써 개별시스템의 DB가 갱신된다. ③, ④, ⑤의 개별시스템 대표 클라이언트는 각각의 개별시스템 서버 변동사항을 감시하고 변동사항이 발생하면 공동활용 서버에 저장한다. ⑥의 자료교환은 공동 활용 서버에 저장된 변동객체를 추출하여 통합시스템 서버의 DB를 갱신한다.

그림 16의 절차가 수행된 이후에는 그림 17과 같은 자료의 흐름이 수행되어야 한다. ⑦의 자료교환은 통합시스템 서버에서 개별시스템에서 전송된 자료를 추출하여 공동 활용 서버에 저장한다. ⑧의 개별시스템 대표 클라이언트는 공동 활용 서버의 내용을 추출하여 각각의 개별시스템 서버의 DB를 갱신한다.

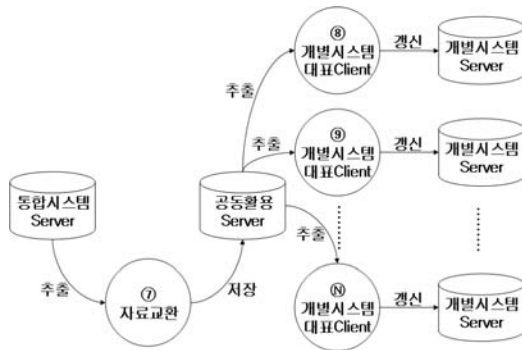


FIGURE 17. 개별시스템으로 전송모형

3) 모형에 대한 평가

본 연구의 모형은 지리공간자료의 요람에서 무덤까지 life cycle에 대하여 일관성을 갖고 효율적으로 수집·관리·공유할 수 있는 절차모형으로 볼 수 있다. 본 모형은 업무의 연속성과 상관성을 기반으로 지리공간자료의 life cycle 과정을 분야별로 고찰하고 경제적 실천방안을 모형으로 제시하였으며, 이러한 모형을 기반으로 전체를 하나의 흐름으로 연계하여 새로운 모형을 제시하였다. 본 연구가 지리공간자료 life

cycle의 전체적인 시각에서 접근을 시도하고 경제성을 통한 검증으로 모형을 개발하였다는 것은 그 가치와 의미가 매우 크며, 지리공간자료의 life cycle을 하나의 흐름으로 연계하고 상관관계에 대한 절차를 모형으로 제시함으로써 타 연구와의 차별화를 갖는다고 볼 수 있다.

결론

본 연구는 현행 지리공간자료의 갱신과 교환 방법에 대한 분석과 문제점 해결을 위한 새로운 방법의 모형을 제시하였으며, 모형의 신뢰성 제고를 위해 경제성 평가를 수행하였다. 효율적인 평가와 모형개발을 위하여 대구를 사례로 하였으며, 단순 비교에서는 5년간 약 58억 원의 절감효과가 있었고, 비용편익 분석에서는 사업시행 4년차에 약 57%의 절감효과가 있었다. 실시간 교환에 따른 편익은 사업시행 4년차에 B/C가 흑자로 전환되었으며, 그 이후 매년 약 24%의 IRR을 보이고 있어 사업시행의 타당성이 매우 큰 것으로 평가되었다. 이는 Joint Nordic Project Report가 제시한 비용절감을 등과 일치하였으며, 향후 국가GIS 4단계에서 주요변수로 작용할 수 있다.

본 연구는 지리공간자료의 life cycle측면에서 접근하고, 분야별 고찰과 전체에 대한 흐름 및 분야별 상관관계를 절차모형으로 개발하여 제시함으로써 타 연구와의 차별화 뿐 아니라 연구가 갖는 가치와 의미는 매우 크다고 볼 수 있다. 국가GIS 기본지리정보 분야에 투자되는 막대한 예산의 절감 뿐 아니라 가치연결 효과를 통하여 정성적인 측면에서의 크나큰 효과가 있을 수 있다. 특히, 중앙정부의 정책과 전국 자치단체의 지리정보시스템 추진방향에 대한 전략적인 지침으로 활용할 수 있어, 국가GIS 및 자치단체 지리정보시스템 업무 추진에 전환점이 될 수 있는 주요한 변수로 작용할 수 있다는 데 그 의의가 있다.

연구의 한계로써 본 연구의 실무적인 검증은 4~5년 이상이 소요될 것이기 때문에 본 연구

에서 제시한 모형의 진행과정에서 검증에 위한 연구가 지속적으로 수행될 필요가 있다. 또, 상시갱신을 위한 분야별 연구와 통합시스템과 개별시스템간의 실시간 연계를 위한 심도 있는 연구, 정성적 평가 부분에서 제시된 내용을 계량화하여 정량적인 편익을 도출할 수 있는 연구 등이 수행되어야 할 것이다. 또, 이러한 연구들은 전체의 모형속에서 분야별로 세분하여 심도 있는 연구가 진행됨으로써 전체를 통합하는 연구로써 수행될 필요가 있다. **KAGIS**

참고 문헌

- 김동건. 2004. 비용·편익분석. 박영사. 177쪽.
- 김효석, 홍일유. 2000. 경영정보시스템. 법문사. 439쪽.
- 남형근. 2007. 지리공간자료의 경제적 갱신과 교환 체계 모형 개발 - 대구광역시를 사례로. 경북대학교 대학원 박사학위 논문. 121쪽.
- 대구광역시. 2005. 대구광역시 지리정보체계의 구축 및 활용 등에 관한 조례. 조례 제3694호.
- 대구광역시. 2006. 대구광역시 지리정보체계의 구축 및 활용 등에 관한 조례 시행규칙. 제2453호.
- 대구광역시. 2006. 수치지도 정확성과 최신성 유지를 위한 준공도면(CAD File)활용 관리지침. 1-11쪽.
- 사공호상. 2005. 제3차 국가GIS기본계획 수립 연구. 건설교통부. 206쪽.
- 서울특별시. 2007. 1/1000수치지도 수시갱신 시행계획. 1-6쪽.
- 정혜경. 2004. 자료관에서의 디지털 아카이빙의 경제성 분석 연구. 성균관대학교. 박사논문. 11-14쪽.
- 조명희, 김광주, 박상우. 1999. 지방자치단체에서 GIS구축에 따른 비용편익분석: 대구광역시를 사례로, 한국지리정보학회지 2(2):87-96.
- 허민. 2003. GIS DB 실시간 갱신방안에 관한 연구 - 1/1000 수치지도 갱신을 중심으로. 건설교통부. 3쪽.
- Aronoff, S. 1989. Geographic Information Systems: A management perspective, WDL Publications. Ottawa. Canada. 294pp.
- Craig, W.J. Why We Couldn't Get the Data We Wanted. Journal of the Urban and Regional Information system Association 4(2):71-78.
- Huxhold, W.E. and A.G. Levinsohn. 1995. Managing GIS Projects. Oxford: Oxford University Press. 272pp.
- Masser, I. and H. Campbell. 1995. Information Sharing: the Effects of GIS on British Local Government, In Sharing Geographic Information Systems. New Brunswick, New Jersey, Center for Urban Policy Research. pp.230-249.
- Oosterhoff, A. 1993. The Integration of GIS. Remote Sensing and Image Processing Systems: An Annotated Bibliography, Department of Geographic Information Systems, School of Computing, Curtin University of Technology. 36pp.
- Parker, M.M. and R.J. Benson. 1988. Information Economics Linking Business Performance to Information Technology. Prentice-Hall. Englewood Cliffs(NJ). 352pp.
- Shepherd, I.D.H. 1991. Information Integration and GIS. In: Maguire, D. J., Goodchild, M.F., Rhind, D.W. 1991. Geographical Information Systems: Principles and Applications. Longman. London(1). pp.337-360.
- Silva, E. 1998. Cost-Benefit Analysis for Geographic Information System Implementation Justification. 10pp.
- Usery, E.L. 2003. Automated Data Integration in Support of The National Map. pp.1-13. **KAGIS**

부록 1. 실시간 자료교환에 따른 편익 분석

년도	수익(B) 비용(A)		활인율 (D)		비용회피 (1)		비용회피 (2)		(1)-(2)	순 현재가치 (NPV)	(3)		(4)		활인율 (D)		활인율 (E)		내부 수익률 (IRR)
	비용회피 소요비용	4.5%	현재가치 (B+D)	현재가치 (A+D)	현재가치 소요비용	현재가치 소요비용	현재가치 누계액	현재가치 누계액			20%	20%	C+D	C+E	현재가치 누계액	현재가치 누계액	1%	1%	
2007	201,445	0.95694	0	192,770	-192,770	0	192,770	0.00	0.83333	-167,871	-167,871	-167,871	-199,450	-199,450	0.99010	-199,450	-199,450		
2008	91,663	14,104	0.91573	83,939	12,915	71,023	83,939	205,686	0.41	0.69444	53,860	-114,010	0.98030	76,031	-123,420	0.98030	76,031	-123,420	
2009	91,663	14,104	0.87630	80,324	12,359	67,965	80,324	218,045	0.75	0.57870	44,884	-69,127	0.97059	75,278	-48,142	0.97059	75,278	-48,142	-42.59
2010	91,663	14,104	0.83856	76,865	11,827	65,038	76,865	229,872	1.05	0.48225	37,403	-31,724	0.96098	74,533	26,391	0.96098	74,533	26,391	9.63
2011	91,663	14,104	0.80245	73,555	11,318	62,237	73,555	241,190	1.30	0.40188	31,169	-554	0.95147	73,795	100,186	0.95147	73,795	100,186	19.90
2012	91,663	14,104	0.76790	70,388	10,830	59,557	70,388	252,020	1.53	0.33490	25,974	25,420	0.94205	73,064	173,250	0.94205	73,064	173,250	23.27
2013	91,663	14,104	0.73483	67,357	10,364	56,993	67,357	262,384	1.72	0.27908	21,645	47,065	0.93272	72,341	245,590	0.93272	72,341	245,590	24.50
2014	91,663	14,104	0.70319	64,456	9,918	54,538	64,456	272,302	1.90	0.23257	18,088	65,103	0.92348	71,624	317,215	0.92348	71,624	317,215	24.91
2015	91,663	14,104	0.67290	61,680	9,491	52,190	61,680	281,793	2.05	0.19381	15,031	80,134	0.91434	70,915	388,130	0.91434	70,915	388,130	24.94
2016	91,663	14,104	0.64393	59,024	9,082	49,942	59,024	290,875	2.19	0.16151	12,526	92,661	0.90529	70,213	458,343	0.90529	70,213	458,343	24.81
2017		0.61620	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.13459	0	92,661	0.89632	0	458,343	0.89632	0	458,343	24.81
2018		0.58966	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.11216	0	92,661	0.88745	0	458,343	0.88745	0	458,343	24.81
2019		0.56427	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.09346	0	92,661	0.87866	0	458,343	0.87866	0	458,343	24.81
2020		0.53997	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.07789	0	92,661	0.86996	0	458,343	0.86996	0	458,343	24.81
2021		0.51672	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.06491	0	92,661	0.86135	0	458,343	0.86135	0	458,343	24.81
2022		0.49447	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.05409	0	92,661	0.85282	0	458,343	0.85282	0	458,343	24.81
2023		0.47318	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.04507	0	92,661	0.84438	0	458,343	0.84438	0	458,343	24.81
2024		0.45280	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.03756	0	92,661	0.83602	0	458,343	0.83602	0	458,343	24.81
2025		0.43330	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.03130	0	92,661	0.82774	0	458,343	0.82774	0	458,343	24.81
2026		0.41464	0	0	0	0	0	290,875	2.19	0.02608	0	92,661	0.81954	0	458,343	0.81954	0	458,343	24.81

부록 2. 수치지형도 상시갱신에 따른 편익 분석 (5년 주기)

년도	수익(B) 비용(A) 비용회피 소요비용 4.5%	활인율 (D) (1) (2)		순현재가치 (NPV)	비용회피 (3)		활인율 (D) (4)		활인율 (E)		내부수익률 (IRR)				
		비용회피 현재가치 (B*D)	비용회피 소요비용 (A*D)		비용회피 현재가치 누계액	소요비용 현재가치 누계액	현재가치 C+D 누계액	현재가치 C+E 누계액	현재가치 누계액 1%						
2007	472,000	0.95694	0	451,675	-451,675	0	451,675	0.00	0.62500	-295,000	-295,000	0.99010	-467,327	-467,327	
2008	474,000	0.91573	0	434,056	-434,056	0	885,731	0.00	0.39063	-185,156	-480,156	0.98030	-464,660	-931,987	
2009	475,000	0.87630	0	416,241	-416,241	0	1,301,972	0.00	0.24414	-115,967	-596,123	0.97059	-461,030	-1,393,017	
2010	3,836,000	0.83856	3,216,721	396,640	2,820,082	1,518,110	3,216,721	1,698,611	1.89	0.15259	513,153	-82,970	0.96098	3,231,777	1,838,760
2011	924,000	0.80245	741,465	380,362	361,103	1,879,213	3,958,186	2,078,973	1.90	0.09537	42,915	-40,055	0.95147	428,160	2,266,919
2012	3,568,000	0.76790	2,739,852	362,447	2,377,405	4,256,618	6,698,038	2,441,420	2.74	0.05960	184,536	144,481	0.94205	2,916,572	5,183,491
2013	474,000	0.73483	0	348,309	-348,309	3,908,310	6,698,038	2,789,728	2.40	0.03725	-17,658	126,823	0.93272	-442,108	4,741,383
2014	475,000	0.70319	0	334,013	-334,013	3,574,297	6,698,038	3,123,741	2.14	0.02328	-11,059	115,764	0.92348	-438,655	4,302,728
2015	473,000	0.67290	0	318,284	-318,284	3,256,013	6,698,038	3,442,025	1.95	0.01455	-6,883	108,881	0.91434	-432,483	3,870,246
2016	3,836,000	0.64393	2,470,107	305,222	2,164,885	5,420,898	9,168,145	3,747,247	2.45	0.00909	30,577	139,458	0.90529	3,043,575	6,913,820
2017	472,000	0.61620	0	290,846	-290,846	5,130,052	9,168,145	4,038,093	2.27	0.00568	-2,683	136,775	0.89632	-423,065	6,490,755
2018	474,000	0.58966	0	279,501	-279,501	4,850,551	9,168,145	4,317,593	2.12	0.00355	-1,684	135,091	0.88745	-420,651	6,070,105
2019	475,000	0.56427	0	268,029	-268,029	4,582,522	9,168,145	4,585,622	2.00	0.00222	-1,055	134,036	0.87866	-417,365	5,652,740
2020	473,000	0.53997	0	255,407	-255,407	4,327,115	9,168,145	4,841,029	1.89	0.00139	-656	133,380	0.86996	-411,492	5,241,247
2021	474,000	0.51672	0	244,925	-244,925	4,082,190	9,168,145	5,085,955	1.80	0.00087	-411	132,969	0.86135	-408,280	4,832,968
2022	472,000	0.49447	0	233,390	-233,390	3,848,800	9,168,145	5,319,344	1.72	0.00054	-256	132,713	0.85282	-402,532	4,430,436
2023	474,000	0.47318	0	224,286	-224,286	3,624,515	9,168,145	5,543,630	1.65	0.00034	-161	132,552	0.84438	-400,235	4,030,201
2024	475,000	0.45280	0	215,080	-215,080	3,409,434	9,168,145	5,758,710	1.59	0.00021	-101	132,452	0.83602	-397,108	3,633,093
2025	473,000	0.43330	0	204,952	-204,952	3,204,483	9,168,145	5,963,662	1.54	0.00013	-63	132,389	0.82774	-391,521	3,241,572
2026	474,000	0.41464	0	196,541	-196,541	3,007,942	9,168,145	6,160,203	1.49	0.00008	-39	132,350	0.81954	-388,464	2,853,108