

토지정보를 위한 시공간 데이터 모델의 적용

장성욱^{1*} · 조명희²

A Study on the Application of Spatiotemporal Data Model for Land Information

Seng-Ouk JANG^{1*} · Myung-Hee JO²

요 약

토지정보는 실시간 변화하는 공간상의 정보로써 일반적 현황정보뿐만 아니라 공간적 요소와 시간적 요소가 함께 고려되어야 한다. 이에 본 연구는 기존 연구에서 제시된 다양한 시공간 데이터 모델을 파악하여 토지정보에 적합한 시공간모형을 적용하고 구현하였다. 구현한 시공간모형의 주요 특징은 시간측면에서 유효시간과 거래시간이 구분되며 속성측면에서 면적, 소유권 등 관련 정보를 포함하였다. 또한 공간적 관점에서 스파게티 자료구조를 가지면서 공간정보 변화시 좌표의 중복관리를 하지 않도록 하여 정보의 중복을 줄였다. 본 연구에서 구현한 시공간 토지정보 모델은 속성, 공간 및 시간에 대한 질의 표현을 가능하게 하였다.

주요어 : 토지 시공간 데이터 모델, 시공간 통합 자료, 토지정보 모델, 지리정보시스템

ABSTRACT

Land information is the real-time spatial thing which must be considered with spatial and time factors. This study aims to apply and implement an appropriate spatiotemporal model for land information by exploring spatiotemporal data models which have been suggested in the previous studies. The implemented spatiotemporal model in this study is characterized by time and attribute. In the time aspect, it is divided by valid time and transaction time, and in the attribute aspect, includes the related information such as area and ownership. At the spatial point of view, the model has a spaghetti information structure as reducing information overlapped by managing the spatial information coordinates. The spatiotemporal land information model in this study

2011년 4월 12일 접수 Received on April 12, 2011 / 2011년 6월 14일 수정 Revised on June 14, 2011 / 2011년 6월 27일 심사완료 Accepted on June 27, 2011

1 국토해양부 지적기획과 Cadastral Planning Division, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

2 경일대학교 위성정보공학과 Dept. of Satellite Geoinformatics Engineering, Kyungil University

* 연락처 E-mail: js1579@korea.kr

facilitates representing the quality of attribute, spatial and time information.

KEYWORDS : *Land Spatiotemporal Data Model, Integrated Spatiotemporal Database, Land Information Model, Geographic Information System*

서 론

토지정보는 분할·합병 등 변화가 빈번히 일어나는 정보로써 시간 및 공간과 밀접한 관계를 가지고 있다. 그러므로 토지정보를 관리하고 계획하기 위해서는 시간적 요소와 공간적 요소가 함께 고려되어야 한다. 그러나 우리나라의 토지정보는 토지대장에서 대부분의 속성정보를 관리하고 있으며, 지적도에서 공간정보를 관리하고 있다. 또한 현재의 토지정보는 시공간 개념을 포함하고 있지 않기 때문에 과거 토지의 이력사항을 추적하기 어렵다. 다만 토지대장에서 연혁정보를 텍스트로 관리하고 있어 소유권 변동이나 지번 변동 등의 속성이력은 알 수 있으나 공간이력의 부재로 표현에 한계가 있다. 이에 재산권의 기본요소인 토지정보의 정확한 관리와 부동산 정책결정, 도시계획, 미래예측 등 토지정보를 활용한 다양한 계획수립을 위해서는 시간과 공간이 함께 고려된 토지정보 모델이 필요하다.

시공간 데이터를 다루기 위한 모델링 기법으로는 스냅샷 데이터베이스 모델, 롤백 데이터베이스 모델, 이력 데이터베이스 모델, 시간지원 데이터베이스 모델이 있다. 이러한 모델 중에서 시간지원 데이터베이스 모델은 공간 객체에 대한 구조와 동작을 표현하는 방법을 가질 수 있고, 객체의 상태에서 특정 시간을 속성값으로 정의할 수 있어 객체를 시공간 모델링하는데 적합하다. 시간지원 데이터베이스 모델은 유효시간(Valid Time)과 거래시간(Transaction Time)을 모두 지원 가능하여 완전한 이력을 제공해 줄 수 있으며 속성과 공간뿐만 아니라 시간데이터 요소까지도 일반적인 데이터베이스를 다루듯이 사용할 수 있다(Montgomery, 1995). 그러나 현재의 지리

정보시스템이 시공간 모델을 지원하지 못했던 가장 큰 이유는 공간과 일반 속성, 또는 시간과 일반속성만으로 구성되어 있는 데이터베이스를 하나로 통합하는데 데이터의 이질성과 고유의 특성에 맞는 구조 때문에 많은 어려움이 있었다(김상호 등, 2005).

이러한 배경에서 본 논문에서는 토지정보의 고유 특성을 유지하면서 시공간 이력 제공이 가능하도록 시공간데이터모델(Spatiotemporal Data Model: STD M)을 토지정보에 적용한 토지시공간데이터모델(토지-STD M)을 구현한다. 구현된 모델은 질의를 시공간 이력조회가 가능한지 검토하여 검증한다. 본 논문의 효율적 구성을 위해 관련 연구를 통하여 토지정보 현황과 STD M 연구동향을 기술하고, 토지-STD M 적용을 위한 연구방법 및 절차에 대해 제시한다. 연구방법에 따라 토지정보의 시공간데이터 모델 적용을 위한 토지-STD M의 개념, 자료구조 및 설계를 하고, 설계한 토지-STD M 검증을 위하여 질의 수행과 마지막으로 결론 및 발전방향에 대해 기술한다.

관련 연구

1. 토지정보 현황

‘토지대장’은 모든 토지에 대해 필지별로 토지소재지·면적의 변동 내역과 그 사유 및 소유권의 변동 연혁을 기록한 장부로서, 지번으로 정리 되어 있다. 토지대장의 구성은 지번별 필지를 나타내는 토지소재지 주소, 지번, 고유번호, 도호, 매순, 비고 등의 표제부 다음에 토지의 지목·면적 변동 사실과 그 사유 등을 기록하는 토지표시란, 소유권의 변동일자 와 변동원인 및 소유권자의 주소·성명을 기록하는 소유권란으로 나누어져 있다. 즉, 토지대장은 토지 표시와 소유권의 변동 내역·

연혁을 변동사유가 발생할 때마다 기록하고 있다. '수치지적부'는 각 필지 단위로 경계점의 위치를 좌표로 등록, 공시하는 지적공부로서 '경계점좌표등록부'라고 한다. 수치지적부는 대장형식의 도면으로써 도해지적에 비해 정밀성은 높으나 전문지식이 없는 경우 표시내용을 이해하기 어렵고, 고도의 기술과 비용을 요한다는 단점이 있다. 수치지적부의 등록사항은 토지의 소재지, 지번, 좌표(평면 직각 중형선 수치), 고유번호, 도면번호 및 필지별 수치지적부의 장번호, 부호 등이다.

2. STDM 연구동향

시공간데이터는 객체의 시간적 변화와 공간적 변화를 기록한 데이터로 시간데이터의 종류는 많은 연구에서 제시되었는데 Sard(1990)는 시간의 종류를 기준으로 스냅샷(snapshot), 롤백(rollback), 이력(historical), 시간지원(temporal)으로 분류한 바 있다. STDM은 이러한 시간데이터에 공간데이터를 결합하여 시공간정보를 관리하기 위한 모델로 박동선(2001)이 시간데이터에 공간정보를 분석한 바 있다. 제시한 연구에 따르면 스냅샷 공간 테이블, 롤백 공간 테이블, 이력 공간 테이블, 시간지원 공간 테이블에 대한 유효시간과 거래시간의 표현 방법을 분석을 하였는데, 유효시간과 거래시간 모두가 표현가능한 모델은 시간지원 공간 테이블로 나타났다. 이를 바탕으로 시공간정보를 효율적으로 표현하고 저장할 수 있는 분리된 저장구조를 갖는 시공간 관계형 데이터모델을 제안하였다. Worboys(1994)는 공간시스템에서 시공간개념의 중요성을 제시하고, 이를 설명하기 위하여 토지영역 변화, 소유자 변화에 시공간모델을 적용하였다. Heo(2001)는 시간적 차원 및 측량데이터의 공간적 부분을 통합한 지적 기반의 LIS를 제시하였다. 백주연 등(1996)은 객체지향적 접근법을 이용하여 시간 정보를 처리하기 위한 함수적 시공간 모델방법을 제안하였다. 김상엽 등(2009)은 수치지도의 효율적

인 이력 관리 및 이력 질의를 위한 시공간 데이터 모델을 설계하여 공간 객체의 이력 관리 기법을 제안하였다.

기존의 연구결과에서 스냅샷 모델은 공간정보 발생할 때마다 객체가 지니고 있는 모든 정보를 저장하는 모델로 변화된 시점에 대한 정보를 검색시 빠른 수행이 가능하나 변화시점마다 모든 정보를 저장함에 따라 데이터의 중복이 심각한 단점을 가지고 있었으며, 유효시간과 거래시간을 지원하지 않았다. 롤백 모델은 객체의 정보를 거래시간만을 지원하였으며, 이력 모델은 객체의 정보가 실세계에서 유효한 시간만을 지원하여 유효시간과 거래시간을 지원해야되는 토지정보에는 적합하지 않았다. 이에 본 논문은 시공간모델 중에서 유효시간과 거래시간을 모두 표현할 수 있는 시간지원모델을 토지정보에 적용한다.

연구방법

토지정보에 STDM을 적용하기 위해 토지정보의 전처리 과정으로 지적도에서 공간자료를 추출하였고 토지대장에서 이력자료를 활용하였다. 또한 기존 STDM의 분석 및 논리 모델 생성을 병행하여 진행하였다. 첫째, 전처리 과정을 거친 토지대장과 지적도의 통합을 수행하였다. 실제 토지대장(속성)과 지적도(공간) 통합시 발생하는 오류에 대한 많은 고려가 되어야 하나 본 논문에서는 STDM의 토지정보 적용이 연구의 중점으로 공간과 속성정보를 통합시 발생하는 오류는 제외하고 수행하였다. 둘째, 기존 STDM의 연구동향 검토를 수행하여 스냅샷, 롤백, 이력, 시간지원의 특징점을 파악하였다. 분석결과 유효시간과 거래시간을 지원 가능한 시간지원 공간 데이터 모델이 토지정보에 가장 적합한 것으로 분석되었다. 셋째, 시간지원 데이터 모델을 전처리된 토지정보에 적용하여 토지-STDM을 설계하였다. 마지막으로 설계된 토지-STDM을 바탕으로 토지객체를 생성하였으며, 생성된 객체에 질의를 수행하여 토지-STDM의 적합성을 확인하

었다. 단, 본 연구에서 제시된 토지객체는 실세계의 토지정보를 바탕으로 재구성하였다(그림 1).

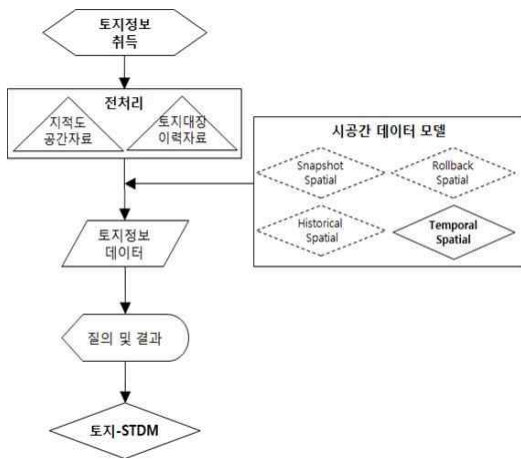


FIGURE 1. 토지 STDM 적용 흐름도

토지정보의 시공간데이터모델 적용

1. 토지-STDM 개념

본 논문에서 구현하는 토지-STDM은 토지에 대한 속성정보, 공간정보, 시간정보를 가지고 있는 데이터모델이다(그림 2). 즉, STDM을 적용한 토지정보는 하나이상의 속성정보와 위치 및 기하학적 정보인 공간정보를 가지고 있으며, 토지객체가 실세계에서 유효한 시점

을 표현하는 유효시간과 시스템에 저장 및 삭제 시점인 거래시간을 가진다. 여기서 토지는 공간정보를 표현하기 위한 기하학적인 특성으로 점, 선, 면 유형으로 나뉘는데 토지정보는 특성상 면 유형이므로 XY좌표가 순차적으로 나열된 구조로 설정한다. 최초 공간객체의 좌표정보를 기준값으로 설정하고 시간에 따라 변경되는 공간정보만을 순차적으로 저장함으로써 정보의 중복성 최소화를 고려한 모델이다. 즉, 시간지원모델을 적용한 토지-STDM은 스냅샷 모델처럼 변화시점마다 모든 객체의 정보값을 누적하지 않고 변화된 정보만을 속성으로 데이터베이스화하여 관리함으로써 정보를 저장을 최소화한다. 이러한 처리방식의 토지-STDM은 좌표값을 기준으로 기하학적 특성을 표현함으로써 빠른 조회와 표현이 가능하다.

그림 2의 토지-STDM 개념도에서 토지객체 A와 B의 공간변화를 살펴보면 A는 한번의 토지정보의 이동이 발생한 경우로 a와 b좌표를 기준좌표로 T0시점에서 시작하여 좌표의 유효성이 유지되고 있는 상태이며, c와 d 좌표는 T0에서 시작되어 T1에서 삭제되면서 유효성이 종료되고, T1에서 c'와 d'로 새로이 설정된다. 즉, c와 d의 공간좌표의 유효시간은 T0에서 T1이고, T1에서 공간객체의 정보가 변화된 c'와 d'의 유효시간은 T1부터 지속되고 있는 것이다(표 1).

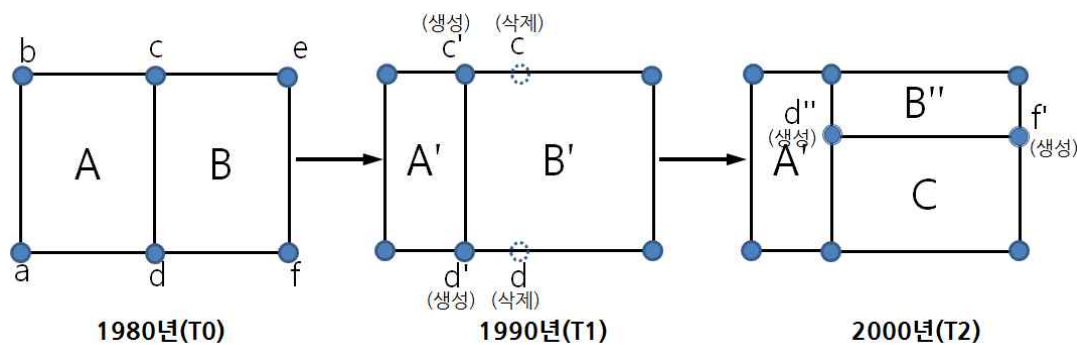


FIGURE 2. 토지-STDM 개념도

TABLE 1. 토지A 좌표변화 표현

토지객체	A				년도
기준좌표	a	b	c	d	1980(T0)
변경(Del)	↓	↓	(c)	(d)	1990(T1)
변경(Add)			c'	d'	1990(T1)
변경(Del)	↓	↓	↓	↓	2000(T2)
변경(Add)	↓	↓	↓	d''	2000(T3)

토지객체 B는 한번의 이동과 한번의 분할이 발생한 경우로 T1시점에 이동변화로 c와 d의 좌표가 T1에서 삭제되고 T2에서 c' 와 d' 으로 새로이 설정되고, T2에서 분할변화로 T1에서 새로이 설정된 d' 가 삭제되고 T2에서 d'', 기준값인 f가 f'' 로 새로이 설정된다. 이때 기준값 e의 경우 이동과 분할에 영향을 받지 않아 계속 유효값을 가지게 된다. 즉, c의 유효시간은 T0에서 T1이고, T1부터 c' 로 유효하게 된다. d의 유효시간은 T0에서 T1으로 종료되고, d' 는 T1에서 T2까지로 유지되다가 T3부터 d'' 로 유효시간을 지속하게 된다. e의 유효시간은 T0부터 지속적이며, f는 T0에서 T1이 유효시간으로 T2에서 삭제되어 f' 로 T2에서 새로운 유효시간을 지속하게 된다(표 2).

토지-STDM의 개념도에서 토지객체의 시간변화를 살펴보면 A는 T0에서 T1까지 유효시간을 가지고, T1에서 A' 로 설정되어 T1부터 유효시간을 지속한다. B는 T0에서 T1까지 유효시간을 가지고, B' 로 변경되어 T1에서 T2까지 유효시간을 유지하고 T3부터 B'' 로 유효시간을 지속한다. C의 경우 B' 가 분할되면서 새로운 객체가 형성된 경우로 B의 기준으로 살펴보면 T2의 시간부터 유효시점을 시작하여 지속되고 있는 것이다(표 3). 유효시간을 가지는 의미는 현재 이력을 표현하는 방식인 단일시점이 아닌 연속된 기간을 표현이 가능하다. 즉, 현재의 토지대장에서 관리

TABLE 2. 토지B 좌표변화 표현

토지객체	B				년도
기준좌표	c	d	e	f	1980(T0)
변경(Del)	(c)	(d)	↓	↓	1990(T1)
변경(Add)	c'	d'			1990(T1)
변경(Del)	↓	↓	↓	↓	2000(T2)
변경(Add)	↓	d''	↓	f'	2000(T2)

되는 이력은 속성정보이기 때문에 속성값만을 그대로 처리하게 되면, 변화가 발생된 시점이 T0, T1, T2만을 점 단위로 T0에서 T1사이의 시점에 대한 정보 추출이 불가능하다. 그러나 유효시간으로 연속성을 부여한 STDMD의 개념을 적용할 시 T0가 T1에 이르기까지의 모든 시점에 대하여 T0의 정보로 유효성을 부여받으므로 토지정보의 연속된 표현이 가능하기 때문에 선분 단위의 시간 표현이 가능하기 때문에 변화 발생시점 외의 시점 조회가 가능하다.

TABLE 3. 시간 객체 정보 표현

토지객체	시간객체		
A	T0	→	T1
A'			T1 → T2 →
B	T0	→	T1
B'			T1 → T2
B''			T2 →
C			T2 →

2. 토지-STDM 자료구조

토지-STDM의 공간적 데이터 모델은 스파게티 자료구조를 사용하였다(그림 3). 벡터 데이터 모델을 사용하여 코드화되는 지리적 사상은 대개 피쳐(feature)라 불리는데, 이 중 단순 피쳐의 폴리라인과 폴리곤 구조는 때로 스파게티라 불린다. 스파게티 접시에서처럼

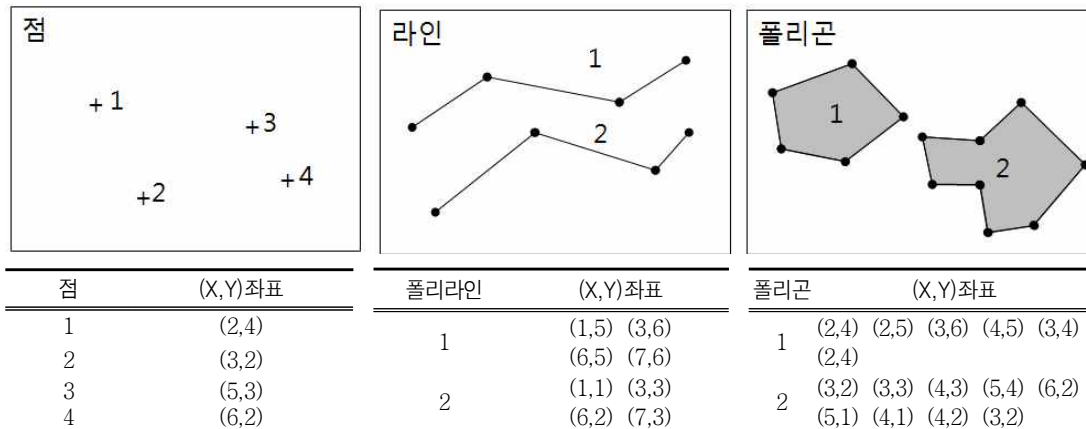


FIGURE 3. 스파게티 자료구조 개념도

자료 : Longley *et al.*, 2005. Geographic Information Systems and Science. p.184 Figure 8.7

라인(스파게티 가닥)들과 폴리곤(스파게티 후프)은 서로 중복될 수 있고 객체들 간의 관계도 존재하지 않기 때문이다. 이러한 구조는 생성하고 저장하기 쉬우며, 화면상에 신속하게 검색 및 렌더링할 수 있으므로 GIS 애플리케이션에 유용하게 사용된다(Longley *et al.*, 2005).

3. 토지-STDM 설계

토지-STDM은 토지정보(기본), 시공간이력, 소유정보, 토지이용, 관련토지 테이블로 구성한다. 토지정보(기본)에는 ParcelID(고유번호), 지목, 면적, XY좌표로 구성하였고, 시공간이력에는 ParcelID(고유번호), 지목과 추가XY좌표, 삭제XY좌표, 유효시간, 처리시간, 지목 등으로 구성함으로써 토지정보의 변경에 따른 좌표값 변화, 처리시간, 지목에 대한 이력관리를 가능하게 하였다. 소유정보에는 ParcelID(고유번호), 소유자 주민번호, 지분율 등의 항목을 구성하여 소유권에 대한 구분이 가능하도록 하였다. 관련 토지는 토지의 이동이 발생했을 때 원 지면과 변경된 지면을 구분할 수 있도록 구성하였다. 마지막으로 토지이용은 해당 토지의 토지이용에 관한 항목을 나타낸다(그림 4).

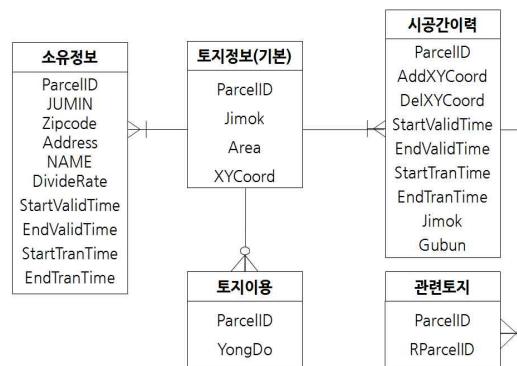


FIGURE 4. 시공간 개념을 적용한 토지정보 논리 모델

토지-STDM 적용 및 질의 결과

시공간지원 데이터 모델을 적용하여 설계한 토지-STDM으로 재구성한 토지정보에 대하여 이력변화 등 시공간 정보의 조회가 가능한지 여부를 판단하고자 질의를 수행하였다. 질의는 토지이동, 지목, 소유자에 대한 이력변화에 대해서 수행하였다. 그림 5는 1번지의 최초 발생시부터 최근까지 시간흐름에 따른 토지이동 변화를 관련토지와 함께 표현하라는 질의를 수행한 결과이다. 1번지의 이력변화 조회 결과 유효시간과 거래시간이 변화된 속

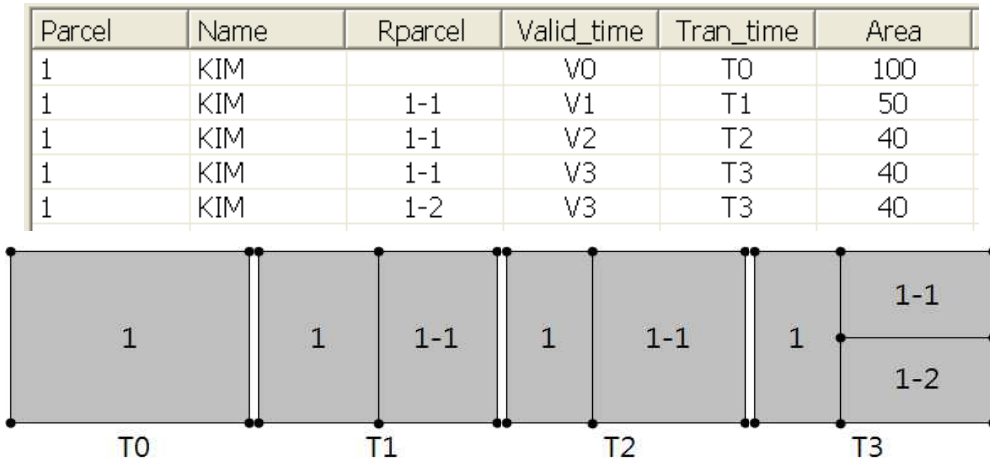


FIGURE 5. 토지이동 이력변화 결과

성태이블의 결과값을 가져오며, 각 조회된 속성값을 선택시 해당 공간정보의 결과를 볼 수 있다. 즉, T0은 1번지의 최초의 발생시점으로 공간의 변화 없는 결과화면을 볼 수 있다. T1는 인접필지로 1-1이 생성되었으며, 이로 인한 토지이동으로 T0시점에서는 100에서 50으로 변화된 정보를 확인할 수 있다. T2에서는 인접필지인 1-1 사이에서 토지이동이 발생하여 면적이 40으로 변화된 것을 공간정보로 확인할 수 있다. T3는 소유자 및 면적 등 다른 속성정보는 변화가 없으나 1-1의 토지이동으로 1-2의 인접필지가 생성된 것을 확인할 수 있다.

그림 6과 그림 7은 지목의 변화와 소유자 변화를 조회한 결과로 그림 5의 결과와 동일하게 속성값을 조회할 수 있으며, 도출된 속성값에 대한 공간정보를 화면으로 확인할 수 있다.

결론

국가에서 관리하는 대표적인 토지정보인 토지대장과 지적도는 분산·관리되고 시공간 이력에 대한 지원을 하지 않아 개념적 차원에서 토지정보의 통합 및 시공간 이력에 대한 체계를 정립할 필요가 있다. 이를 위해 본 논문에서는 기존 시공간데이터모델을 활용하여 토지정보에 적합한 토지-STDM의 개념적 설명체제와 모델을 설계하였다. 설계한 토지-STDM을 활용하여 토지정보를 구현하여 시공간 정보를 조회하기 위한 질의를 수행하였다. 그 결과 일정기간에 대한 공간적 토지변화 표현이 가능하였고, 토지정보의 중요한 속성인 지목, 소유자 이력에 대한 표현도 가능함을 확인하였다. 또한 데이터 중복관리를 최소화한 모델을 적용함으로써 불필요한 시스

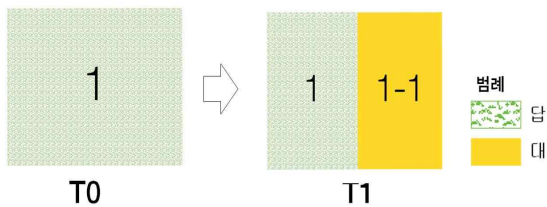


FIGURE 6. 지목 이력변화 결과

	1	1-1	1-2
T0	KIM		
T1	KIM	HONG	
T2	KIM	HONG	
T3	KIM	HONG	LEE

FIGURE 7. 소유자 이력변화 결과

템 용량을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 앞으로 STDМ이 토지정보에 적용되기 위해서는 서론에도 기술하였듯이 토지대장, 지적도 등 토지정보의 통합이 선행되어야한다. 토지-STDМ은 현재 토지정보가 가지고 있는 시공간이력 부재에 대한 단점을 해결하여 토지를 기반으로 하는 공간계획 결정에 도움을 줄 것이며 다양한 공간예측과 이력조회가 가능할 것이다. **KAGIS**

참고문헌

- 김상엽, 김형수, 이양구, 주철화, 조의환, 박기석, 류근호. 2009. 수치지도의 이력 관리를 위한 시공간 데이터 모델 설계. 제31회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 16권 1호. 356-359쪽.
- 김상호, 지정희, 류근호. 2005. 4차원 시공간 데이터를 위한 OpenGIS 모델의 확장. 정보처리학회지 12D(3):375-384.
- 박동선. 2001. 효율적인 시공간 저장구조를 갖는 시공간 데이터모델. 인하대학교 박사학위논문. 28쪽.
- 백주연, 강병극, 이성중, 류근호, 김영만. 1996. 시공간 지리 정보 시스템 모델링. 학술행사
- 한국정보과학회 1996년도 가을 학술발표논문집. 23(2):267-270.
- Heo, J., 2001. Development and Implementation of a Spatio-temporal Model for parcel-based Land Information System. University of Wisconsin - Madison. 233pp.
- Longley, P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire and D.W. Rhind, 2005. Geographic Information Systems and Science. Second Edition. 183pp.
- Montgomery, L.D.. 1995. Temporal Geographic Information Systems Technology and Requirements : Where we are Today. Unpublished Master's Thesis, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Sarda. N.L. 1990. Extensions to SQL for historical databases. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 2(2):220.
- Worboys. M.F., 1994. A unified model for spatial and temporal information. the computer Journal 37(1):26-34. **KAGIS**