

## 수치지도 수시갱신을 위한 알고리즘 적용 연구

### An Algorithm Application Study on the Updating Digital Maps

박 청<sup>1)</sup> · 이호남<sup>2)</sup> · 박기석<sup>3)</sup> · 오세정<sup>3)</sup>

Park, Chung · Lee, Ho Nam · Park, Ki Suk · Oh, Se Jung

<sup>1)</sup> 공간정보기술(주) 연구소 연구원([mongun1@git.co.kr](mailto:mongun1@git.co.kr))

<sup>2)</sup> 공간정보기술(주) 대표이사([hnlee@git.co.kr](mailto:hnlee@git.co.kr))

<sup>3)</sup> 공간정보기술(주) 연구소 연구소장 ([kspark@git.co.kr](mailto:kspark@git.co.kr))

<sup>3)</sup> 공간정보기술(주) 대리 ([voscar@git.co.kr](mailto:voscar@git.co.kr))

#### Abstract

The purpose of this research is to reduce editors' workload and automation to update(v) Digital Map(n) regarding changed topography. In Digital Map case, it usually uses the way of various survey to update(v). In this case, it costs a great deal and doesn't be efficient backup management. Accordingly, it can reduce editors' the period of the process and be efficiently managed the backup data due to well organized backup data management. We present update plan that used clipping and join for this result by analyzing Boundary of input data.

Keyword : Clipping, Digital Map, Join, Real Update

## 1. 서론

최근까지 국가지리정보체계(NGIS) 구축사업과 국가기관 또는 지방자치단체에서 각종 지형 공간정보체계 구축이 상당수 구축이 되었고 이를 일괄갱신 등을 통해 계속해서 주기별로 갱신 되고 있다. 이러한 갱신작업은 고비용의 예산이 낭비되며 실제 변하지 않은 지역도 함께 측량되어 갱신되고 있는 실정이다. 따라서 사용자들의 관심이 실제 변화지역에 대해서 수시 갱신 시키는 방안에 대해 많은 관심을 가지며 이를 위한 다양한 연구들이 현재까지도 이루어지고 있다. 대표적인 예로 지상측량에 의한 갱신 방법, 항공촬영을 활용한 갱신방법, 공사기관의 준공도면을 통한 갱신 방법 등이 연구되었으며 이에 관한 연구 결과들이 제시되었다. 이러한 방법은 정확도 측면에서 다소 차이가 있지만 적용하고자 하는 대상의 중요성, 신속성, 대상면적 등을 고려하여 적합한 방법을 선정하고 적용할 수 있는 방안 들이다. 하지만 이러한 갱신방안들은 모두 수치지도를 만들기 위한 장기간의 작업공정이 필요할 뿐만 아니라 데이터 취득 및 편집에도 고비용이 발생하게 된다. 따라서 보다 나은 수시갱신 체계의 확립을 위해서는 여러 작업공정을 자동화시켜 비용절감이 필요하다.

## 2. 수치지도 수시갱신 현황분석

현재 수치지도나 기 구축된 데이터를 실시간으로 변화하는 지형으로 갱신하기 위한 다양

한 방안이 연구 중이다. 특히 이러한 변화지역을 수시로 갱신하기 위한 방법에 대한 관심은 크게 화두 되고 있을 뿐 아니라 실제 국가기관이나 지자체등에서 수시갱신과 관련된 다양한 사업이 수행 중에 있다.

그 중 준공도면을 이용한 갱신은 현재 국토지리정보원에서 국가 기본도 수시수정 사업으로 진행 중에 있다. 이 방법은 국토지리정보원에서 취득한 데이터가 일관성이 없어 준공도면에 대한 현지조사 및 재 측량이 필요한 데이터가 비일비재하며 이러한 데이터의 가공 및 편집 과정도 많은 인력이 투입되기 때문에 준공도면을 활용한 수시갱신의 효율성이 떨어진다. 또한 준공도면의 수집에도 고비용이 발생하며 이를 뒷받침 할 제도적 체제도 마련되지 않은 상황이다.

하지만 수치지도의 수시갱신을 위해서 준공도면의 활용은 필수적이며 현재 발생하는 고비용의 갱신 공정을 줄일 수 있는 연구가 필요하다. 이를 위해 시스템에서 공정작업의 절차를 자동화 시켜 인력소모량을 줄여 비용절감을 위한 연구가 이루어져야한다. 현재 수시갱신 되고 있는 사업들을 살펴보면 가장 중요시 되는 부분은 이러한 준공도면과 같은 외부측량 데이터의 기준과 갱신방법, 갱신된 데이터의 백업 방법으로 크게 나뉜다. 현재 수시갱신 현황에서 이들의 구성과 방법은 다음과 같다.

## 2.1 외부데이터의 측량

수치지도를 갱신하기 위해서 가장 먼저 실제 변화지역에 대한 측량이 필요하다. 이런 측량 방법은 직접측량, 항공사진 측량, 위성 영상을 이용하는 방법 등이 있으며 기존 측량된 자료를 활용하기 위한 방법으로 준공도면을 이용하는 방법, 공공측량성과를 이용하는 방법 등이 있다.

먼저 항공사진측량을 이용한 방법은 항공기에 사진기를 탑재하여 사진촬영 후 도화작업을 통해 데이터를 추출 및 생산하여 수치지도에 반영하는 방법이 있다. 이 방법은 높은 정확도를 보장하나 비용이 많이 발생하여 수시갱신에는 적합하지 않다. 특히 소규모 지역의 갱신 필요 시 비효율적이다.

고해상도 위성영상을 이용한 방법은 분광 특성을 이용하는 것으로 이에 대한 응용연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 지도화가 가능하려면 10m 이내의 공간 해상도여야 하지만 위성영상의 안정적 확보문제와 기하학적 정확도의 유지 외에 다양한 문제가 해결되어야 한다. 준공도면의 경우는 특정지역의 변화된 지형지물의 내용을 그대로 표현해주는 매우 좋은 자료이다. 그러나 지형별로는 대부분이 시가지의 경우이며, 측량성과물이 수치적으로 표현되는 것은 아니다. 현재 준공도면을 활용한 갱신을 위하여 제도적 시행령이 고시가 되었고 이를 활용한 갱신에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

끝으로 직접측량에 의한 갱신방법은 변화지역에 대한 모니터링을 통해 현장에 직접 투입, 측량장비를 활용하여 변화지역에 대한 데이터를 취득하는 방법이다.

이렇게 다양한 방법으로 취득한 측량데이터는 수시갱신 작업을 하기 위해서 정위치 편집 및 구조화 편집이 이루어져야한다. 이는 실제 갱신하고자 하는 객체가 실제 수치지도의 데이터와 일치성을 찾아 자동갱신 할 수 있어야 하기에 기본적인 작업공정을 거쳐야 한다.

## 2.2 측량된 데이터의 갱신

현재 국토지리정보원에서는 다양한 측량자료 중 준공도면을 활용하여 기본지리정보를 수

시수정 하고 있다. 하지만 앞서 언급한바와 같이 정확도가 보장되지 않은 준공도면을 갱신하기 위해서 많은 작업이 필요하다. 실제 기본지리정보를 갱신하기 위해 준공도면의 편집 작업은 여러 공정을 거친다.

준공도면의 수집
도면 분류
지형자료의 추출
현지점검측량
현지조사
정위치 편집
구조화 편집
기본지리정보 반영

표 1. 기본지리정보 수시수정 작업 절차

먼저 준공도면은 국토지리정보원에서 취득한 자료를 전자도면과 비전자도면으로 분류 후 입수 하지 못한 자료는 도면제작 기관으로 현지 방문하여 미 취득된 도면을 수집한다. 수집된 데이터에서 갱신하고자 하는 레이어를 추출 후 현지점검 측량을 실시한다. 추출된 데이터의 속성정보 취득을 위해 현지조사를 실시하며 정위치 편집, 구조화 편집을 거쳐 갱신을 위한 포맷으로 구성 후 이를 기본지리정보에 적용한다.

### 3. 수치지도 수시갱신 방안

현재까지 수치지도는 권역별로 일괄갱신 되어져 왔다. 하지만 최근 들어 수시갱신의 관심이 높아지면서 지자체 및 국가기관에서 수시갱신 사업의 발주가 이루어지고 있다. 하지만 이러한 수시수정 사업은 수치지도 수시갱신 현황분석에서 언급된 바와 같이 많은 시간의 작업 공정이 걸린다. 특히 외부 측량데이터를 수정, 보완 후 수시수정을 위한 정위치편집과 구조화 편집은 수시수정을 위한 작업자의 많은 인력과 시간이 소요가 되는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 정위치 편집후의 데이터를 자동으로 갱신하는 방향과 구조화 편집데이터를 자동으로 갱신 하는 방안에 대해 연구되었다.

#### 3.1 정위치 편집데이터의 수시갱신

정위치편집 데이터의 수시갱신 방법은 먼저 외부측량데이터를 수집, 분석, 편집을 통해 자료를 취득한 후 얻어진 성과를 기존 수치지도 1.0데이터를 기반으로 정위치 편집을 한다. 이렇게 완성된 정위치 편집 데이터를 갱신대상 1.0 수치지도에 자동으로 반영 하는 방안이다.

이 방법은 두 가지 방안으로 나뉜다. 첫째 외부측량데이터에 기 구축 데이터가 가지는 모든 레이어를 포함시켜 해당 지역의 모든 부분을 자동으로 갱신시키는 방안과 갱신하고자 하는 레이어만을 갱신시키는 방안이다. 이 두 가지 방법의 알고리즘은 먼저 외부측량데이터의 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 추출하여 해당 도엽의 부분을 찾아 클리핑 후 클리핑 된 데이터는 백업데이터로 저장시키고 외부에서 측량된 데이터를 삽입 시켜 기 구축된 수치지도와 조인하는 방법이다. 이는 모든 레이어가 포함된 데이터의 경우 해당지역과 인접

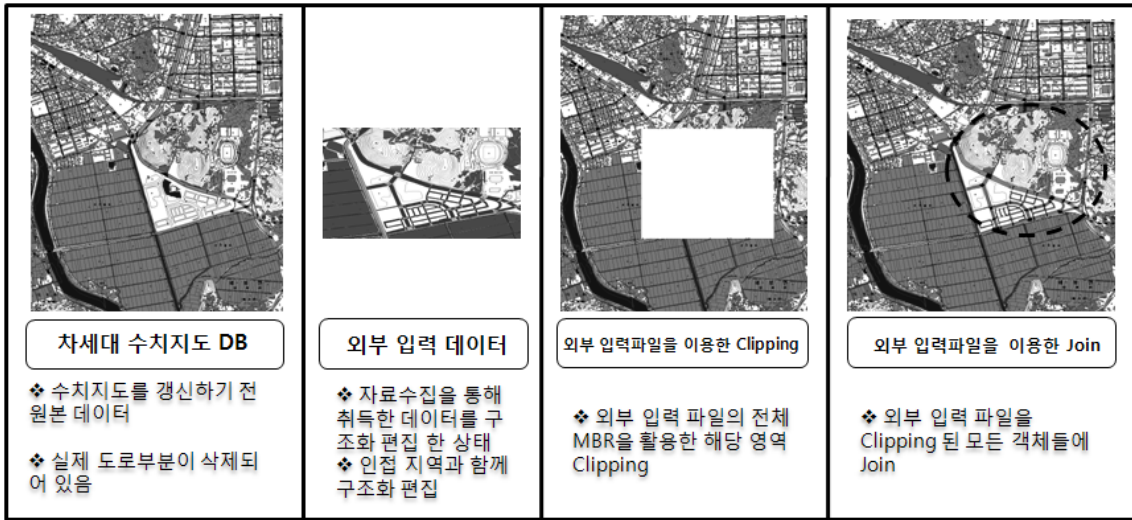


그림 1. 택지개발과 같은 전체 레이어의 수치갱신

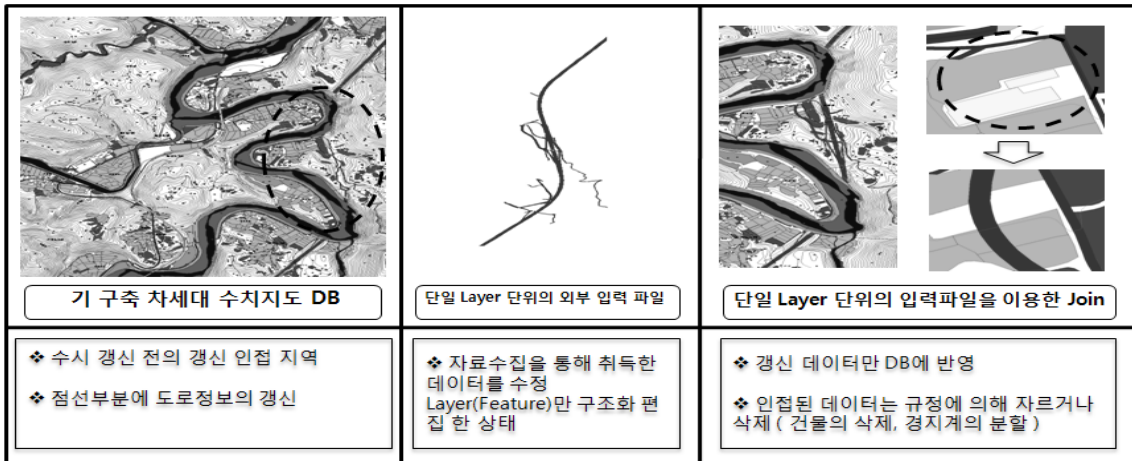


그림 2. 단일 레이어를 활용한 수치갱신

된 레이어를 함께 갱신이 가능하나 단일 레이어가 입력이 될 때는 인접된 건물이나 경지계 등 자동으로 자르고 삭제시킬 수 없다. 이유는 정위치 편집 데이터의 경우 모든 레이어가 라인으로 이루어져 있기 때문에 입력데이터와 겹침이 발생하는 다른 레이어의 처리 기준이 미흡하다.

### 3.2 구조화 편집데이터의 수치갱신

구조화 편집데이터의 경우 정위치 편집 데이터와 마찬가지로 인접 레이어와 함께 입력될 경우 입력 데이터의 전체 Boundary나 MBR 등을 통해 갱신하고자 하는 지역을 클리핑 후 추출된 데이터를 해당 지역에 삽입 하여 인접된 레이어를 조인시키는 방법과, 단일 레이어의 입력 시 해당 도엽의 동일한 레이어를 클리핑 한 후 입력된 단일 레이어를 삽입하여 동일 레이어와 조인하는 방법이다. 이 방법은 다른 레이어에 밀접한 관계를 가지고 있으므로 경지계나 도로 등 자동으로 처리할 수 있는 규정이 필요하다.

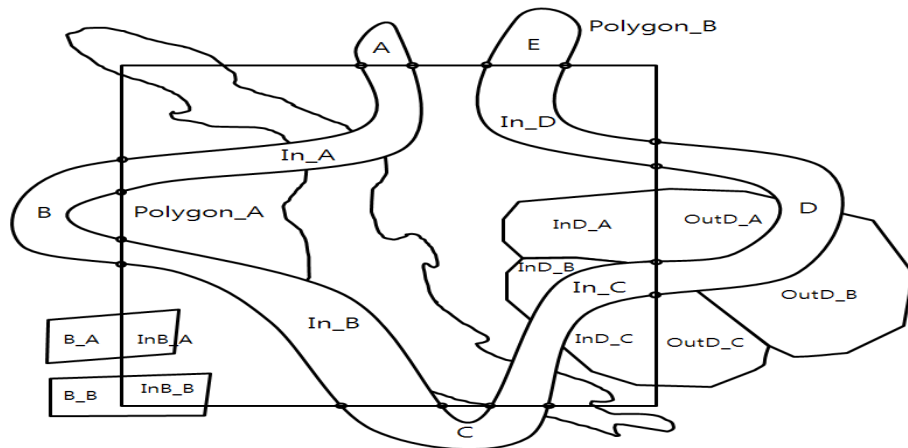


그림 3. 수시갱신 시 인접데이터의 처리

#### 4. 수치지도 수시갱신 자동화를 위한 주요 알고리즘

이와 같이 정위치 편집데이터와 구조화 편집 데이터를 자동으로 반영하기 위해서는 알고리즘의 연구가 필요하다. 그 중 수치지도의 클리핑과 조인 알고리즘의 중요성이 대두된다. 수치지도를 수시갱신하기 위해 가장 필요한 알고리즘은 클리핑과 조인이다. 이는 라인이나 포인트의 경우는 손쉽게 알고리즘을 적용할 수 있으나 도로와 같은 폴리곤의 경우 해당 알고리즘을 적용하는 것이 매우 까다롭다. 따라서 본 연구에서는 도로와 같은 폴리곤을 클리핑 하고 조인 하는 알고리즘에 대해 연구하는 것이 목적이다.

##### 4.1 클리핑 알고리즘 분석

클리핑 알고리즘은 현재까지 다양한 연구가 이루어져 여러 알고리즘이 연구되어 있는 상태다. 이중 가장 많이 사용되는 알고리즘이 The Sutherland-Hodgman Algorithm과 Weiler-Atherton Algorithm 이다. 이 두 알고리즘에 대한 설명은 다음과 같다.

##### 4.1.1 The Sutherland-Hodgman 알고리즘

The Sutherland-Hodgman 알고리즘은 클리핑 하고자하는 Boundary의 내부의 버텍스와 외부의 버텍스로 구분하여 클리핑하고자 하는 영역을 선택 후 boundary와 접하는 부분과 함께 모든 버텍스를 순차적으로 저장하는 방식이다. 이 알고리즘은 데이터를 클리핑 하는데 비교적 간단한 수식으로 해결이 되어 수행속도가 빠르다는 장점을 가지고 있다. 반면 객체의 형태가 클리핑 하고자 하는 Boundary에 여러 면에 걸쳐질 경우 독립적인 여러 개의 객체로 남겨지지 않고 잘라진 모든 객체가 하나로 연결되어 남겨지는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 보완 해결한 알고리즘이 Weiler-Atherton 알고리즘 이다.

##### 4.1.2 Weiler-Atherton 알고리즘

Weiler-Atherton 알고리즘은 클리핑 하고자 하는 Boundary에 하나의 객체가 여러 영역이 접하는 경우에도 객체를 독립적이게 저장 관리할 수 있는 장점을 가진다. 하지만 이를 위한 자료구조의 조건이 까다롭고 알고리즘의 수행시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

Weiler-Atherton 알고리즘을 적용하기 위한 자료구조를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 버텍

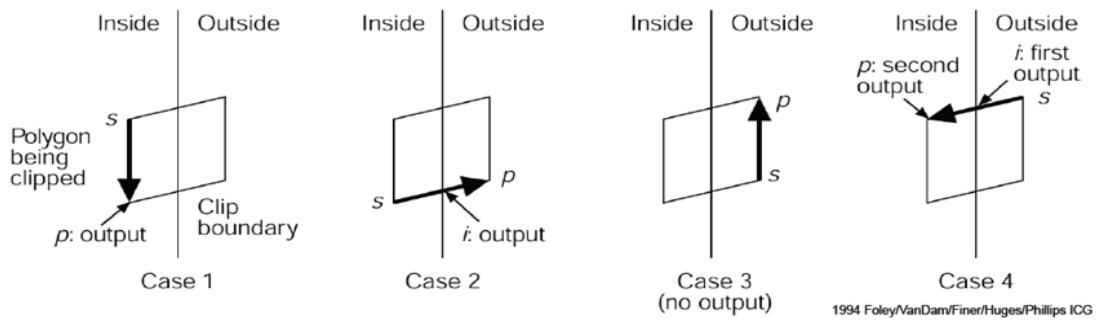


그림 4. The Sutherland-Hodgman Algorithm \_ Polygon Clipping Algorithm

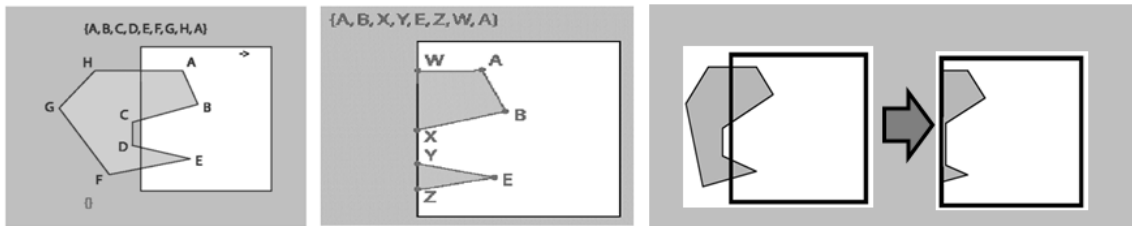


그림 5. The Sutherland-Hodgman 알고리즘 수행 결과

스를 저장하는 자료구조의 형태가 Linked List로 구성이 되어야 하며 또한 버텍스의 순서가 방향성을 가지고 있어야 한다. 또한 클리핑 하고자하는 객체와 Boundary 간에 버텍스 리스트의 저장 위치를 기억하여 서로 리스트를 넘나들며 클리핑 된 객체를 저장해두어야 하는 등 여러 조건들을 만족해야만 이 알고리즘을 적용할 수 있다.

따라서 이러한 조건을 만족하기 위해서 여러 해결방안이 모색되어진다. 첫째 Linked List의 형태로 구축되어지지 않고 배열형태로 자료구조가 구축되어진 경우 배열 인덱스를 기억할 수 있는 Flag가 필요하다. 또한 자료구조가 방향성을 갖기 위해서 버텍스를 정렬시켜야 하므로 아래 표2 와 같은 알고리즘을 사용한다. 이는 클리핑 하고자하는 boundary의 경우도 함께 적용을 시켜줘야 한다. 위 알고리즘의 경우 Return Value가 (-)의 경우는 버텍스가 시계방향으로 정렬이 되며 (+)의 경우 반시계 방향으로 정렬된다.

이와 같이 모든 자료구조의 조건이 충족된 후 위 알고리즘을 적용한다. 적용 방법은 객체와 Boundary중 클리핑 하고자 하는 객체를 선택하여 시작점에서 하나씩 버텍스를 이동하며

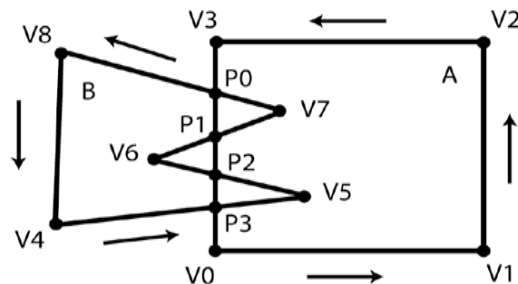


그림 6. Weiler-Atherton 알고리즘

해당 버텍스가 Boundary 내부에 있는지 외부에 있는지를 검사한다. 이때 외부에서 내부로 이동 할 때에는 해당 버텍스를 지나치며 Boundary 내부에서 외부로 이동할 때에는 그 버텍스를 기억하고 Boundary의 해당 위치 Vertex List로 이동하여 저장한다. 이 때 Boundary Vertex List를 이동하게 되며 처음과 마찬가지로 객체의 내부에서 외부로 이동시 버텍스를 저장하고 다시한번 객체의 버텍스리스트로 이동하여 처음 입력된 버텍스를 만나게 되면 클리핑 된 하나의 객체가 생성되게 된다. 이와 같은 방법으로 처음 시작점을 만날 때 까지 반복해서 버텍스의 이동을 하게 되면 독립적인 여러면의 클리핑된 폴리곤 이 생성이 되게 된다.

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

표 3. 방향성 정리를 위한 알고리즘

```
Logn * m
Log(A',B',C',D')*(A,B,C,D,E,F)
Loop{ N->n Join (Loop {M->m})
if (Delete N->n) }
```

표 2. 조인을 위한 알고리즘

#### 4.2 조인 알고리즘 분석

데이터의 조인 알고리즘은 수치지도의 수시갱신을 위해 가장 중요한 기능 중 하나인 데이터의 조인은 여러 제약조건이 필요하다. 이는 데이터의 조인을 위해서 클리핑되어 메모리상에 기억된 데이터와 자동으로 좌표를 찾아 데이터 조인을 하기 위함으로써 외부 입력된 단일 객체를 기준으로 단일 엔터티의 끝점과 만나는 엔터티를 검색하여 데이터를 조인해나가는 방식으로 먼저 갱신하고자 하는 데이터를 순차적으로 검색하여 클리핑된 Boundary와 객체의 끝점이 같은 데이터를 검색한 후 해당 데이터를 조인하여 조인된 데이터를 다시 기존 데이터에 입력하여 순차적이게 조인시켜 나간다. 이러한 조인 방법은 동일 레이어를 조인시키는 방법으로써 첫 번째 레이어의 모든 조인작업 완료 후 다음 레이어를 진행하는 방법이다. 이 때 갱신되지 않은 레이어를 영향을 미치지않을 판단하여 건물이나 경지계와 같은 레이어를 자동으로 삭제 및 클리핑 하는 것이 중요하다. 이는 수치지도 수시갱신의 일정한 규정이 정해져야하며 이 규정을 통한 수치지도의 수시갱신이 이루어져야한다.

### 5. 수치지도 수시갱신 적용 및 테스트

지금까지 분석한 알고리즘을 이용해 수치지도를 갱신한 결과 여러 고려사항들이 존재한다는 것을 알 수 있다. 먼저 외부에서 측량된 데이터를 어떻게 취득할지에 대한 심각한 문제가 발생한다. 현재 준공도면의 경우 이를 취득하여 갱신하기 위한 데이터 편집작업은 상당수 많은 작업량이 소요가 된다. 또한 준공도면에 대한 취득도 어려운 상태로 갱신을 위한 자료를 수집하는 작업도 고려하지 않을 수 없다.

갱신지역의 직접 측량을 위한 방법 또한 베이스 맵은 수치지도가 되어야 하며 수치지도를 기반으로 측량된 데이터를 정위치 및 구조화를 시켜 둔 상태여야 한다. 이러한 외부 입력데이터의 기준 및 조건을 충족한 데이터를 활용하여 이를 수시갱신 할 수 있다.

## 5.1 전체 지역에 대한 갱신

갱신을 위한 작업절차가 완료된 데이터의 일부지역을 클리핑과 조인알고리즘을 통해 테스트한 결과, 그래픽 상에서의 데이터 조인에는 문제가 발생하지 않으나 두 객체간의 조인 후 식별자의 제공에서 기존 객체의 유일식별자를 제공할 것인지 새롭게 갱신되는 식별자를 제공할 것인지에 대한 문제점이 발생한다. 이는 식별자의 부여체계에 따라 그 규정을 고려해야 할 것이다. 또한 갱신되지 않은 객체 또한 새로운 식별자를 부여해야만 하는 상황이 발생한다. 이러한 문제의 해결을 위해서는 식별자의 관리 및 부여체계가 명확한 규정에 의해 관리되어야만 한다.

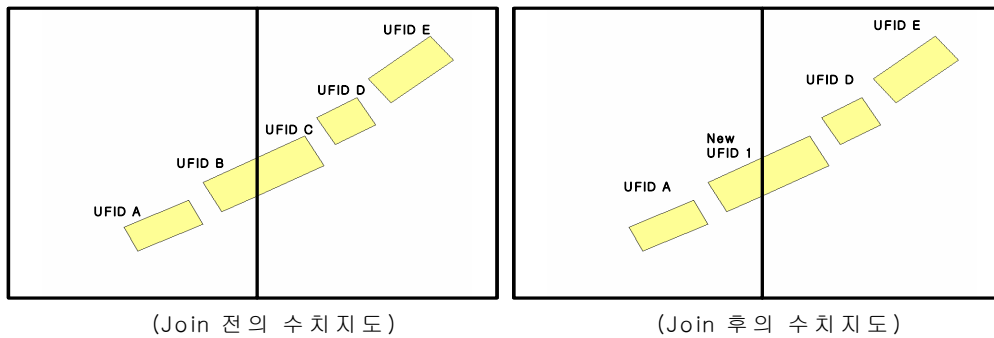


그림 7. UFID 부여의 문제점

## 5.2 단일객체 갱신

단일 레이어의 갱신 테스트 결과 인접 레이어와의 관계 정리가 필요하다. 실제 도로데이터의 갱신 시 갱신된 도로데이터가 경지계나 건물 등을 지나갈 때 이를 처리하기 위한 규정이 만들어져있지 않다. 따라서 건물의 경우는 삭제처리하고 경지계의 경우는 갱신된 도로를 기준으로 두 개의 객체 이상으로 나뉘어 처리하며, 수계의 경우는 도로와 수계가 만나는 지점에 교량을 추가하는 등의 레이어 처리 기준을 지정하여 갱신 시 이를 적용하도록 구성되어야 한다. 뿐만 아니라 등고의 경우 갱신데이터의 반영 후 등고선의 처리 방안이 마련되지 않아 등고의 변화는 가져올 수 없다. 또한 전체 레이어 갱신과 마찬가지로 갱신되는 도로로 인해 분할된 객체의 식별자 부여에 대한 기준이 모호하다.

## 6. 결론

수치지도의 수시갱신 자동화를 위해서 가장 중요한 것은 제도적인 체제가 확립이 되었을 때 그 효과가 배에 달한다는 것이다. 이는 현재 관련 연구 사업이 진행 중인 지능형국토정보혁신 사업과 같은 수시갱신 연구가 진행중인 사업에서 제도적인 개선을 고려중에 있고 최적의 제도개선을 위한 연구가 진행중에 있다. 이는 본 연구의 시스템 자동화 방안 적용에 큰 몫을 차지할 것이다. 또한 구조화된 데이터의 갱신 뿐 아니라 백업 데이터의 이력관리를 통해 저비용의 효율적 관리가 이루어져 비용 절감효과를 가져와 국가 경쟁력 발전에 도움이 될 것이다.



## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

국토지리정보원, <http://www.ngi.go.kr/>

한국건설교통기술평가원, 차세대수치지도 구축 기술 개발 연차보고서, 2008.

Ordnance Survey, Annual Report and Accounts 2000-01, 2001.

USGS, The National Map-Topographic Mapping for the 21th Century, 2001.

준공측량도면을 이용한 수치지도 수정/갱신, 2000

건설교통부 국립지리원, 수치지도 Data model 연구(II), 1999.

건설교통부, 지형지물 전자식별자(Unique Feature Identifier : UFID) 활용 기술개발, 2005.

직접측량방법에 의한 수치지도의 수정/갱신 방안, 2000

건설교통부 국립지리원, 객체기반 공간정보관리시스템 시범 연구, 2002.

국토지리정보원, 기본지리정보 구축연구 및 시범사업, 2001.

OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Abstract Specification Topic 5: Features Version 4, 1999.

Ryden, K., OpenGIS Implementation Specification for Geographic Information-Simple Feature Access-Part 1: Common Architecture, Open Geospatial Consortium, Inc., 2005.

Ryden, K., OpenGIS Implementation Specification for Geographic Information-Simple Feature Access-Part 2: SQL Option, Open Geospatial Consortium, Inc., 2005.