

수치지도의 활용을 위한 단일식별자

Unique Feature Identifier for Utilizing Digital Map

조우석 *

Cho, Woosug

要 旨

단일식별자(Unique Feature Identifier, UFID)란 실세계에서 존재하는 실체가 있는 지형지물을 참조하는 한가지 방법으로, 데이터베이스에 저장된 지형지물들을 유일한 방법으로 지정하며, 두 개 혹은 그 이상의 데이터베이스를 연결하는데 사용한다. 본 연구에서는 국립지리원의 내부적인 목적의 단일 식별자와 더불어 국가지리정보체계내에서 정보를 공유할 수 있는 즉 사용자 중심인 외부목적의 단일식별자를 함께 충족시킬 수 있는 단일식별자의 포맷을 제안하였다. 제안된 수치지도 단일식별자는 단일식별자의 구성요소에 행정구역코드와 지형지물코드를 사용함으로써, 직접적인 공간자료 색인을 제공하는 의미형 식별자이다. 또한 제안된 checksum 알고리즘의 특징은 단일식별자에 대한 불확실성을 제거하며, 수동으로 입력하거나, 전송 및 처리과정에서 발생할 수 있는 오류를 쉽게 발견할 수 있도록 고안되었다.

ABSTRACT

A Unique Feature Identifier(UFID) is a way of referring to a feature, generally representing a tangible feature in the real world. In other words, a UFID uniquely identifies the related feature in the database and is normally used to link two or more databases together. This paper presents a UFID system aiming at the internal uses for National Geography Institute(NGI) as well as external uses for National Geographic Information System(NGIS) generally to link datasets together. The advantage of the proposed type of UFID lies in the meaningful nature of the identifier in providing a direct spatial index - administrative area and feature code. The checksum character proposed in this research is designed to remove any uncertainty about the number being corrupt. It will account for digit transposition during manual input as well as corruption in transfer or processing.

* 인하대학교 토목공학과 전임강사

1. 서 론

단일식별자(Unique Feature Identifier, UFID)란 실 세계에서 존재하는 실체가 있는 지형지물(feature)을 참조하는 한가지 방법이다. 따라서 단일식별자는 데이터베이스에 저장된 지형지물들을 유일한 방법으로 지정하며, 두 개 혹은 그 이상의 데이터베이스를 연결하는데 사용한다. 이와는 달리 개체일련번호(Entity Serial Number, ESN)는 일반적으로 한 기관의 시스템에서 사용하는 것을 전제로 부여되는 번호이므로 사용되는 시스템 내부에서만 유일하며, 다른 일련번호들과 조합하여 사용하더라도 해당 시스템 이외에서는 유일하다고 확신할 수 없다. 즉 개체일련번호는 일반적으로 해당 시스템 내부에서만 개체에 유일한 지정자로 사용된다.

일반적으로 단일식별자는 실세계의 객체(object)인 지형지물(feature)을 유일하게 지정하기 위해서 사용되며, 개체일련번호는 국부적으로 개체(entity)를 지정하기 위해서 사용된다. 따라서 점, 선, 문자 등에는 개체일련번호가 주어지고 지형지물 코드가 부여되는 폴리곤이나 선 등의 지형지물에는 단일식별자가 부여된다. 어떠한 형태이든 식별자를 사용하는 이유는 다른 종류의 데이터, 데이터베이스 혹은 데이터셀을 서로 연결하여 속성을 공유하기 위함이다. 서로 다른 기관 혹은 기관내의 다른 부서들이 갖추고 있는 지리정보시스템에서는 실세계의 관심 대상물이 동일한 지도 데이터에 표현되고 공유되어야 한다. 그러나 일종의 단일식별자가 없다면 동일한 지형지물이 서로 다른 기관에서 서로 다른 정보를 갖게 되어, 서로 다른 데이터셀을 상호 연결하기란 매우 어렵게 된다. 지리정보시스템(GIS)에서 좌표로 저장되는 위치정보는 일차적인 단일 식별자로 사용될 수 있다. 그러나 이와 같은 방식은 일반적인 컴퓨터 처리과정의 특성상, 단순 도형정보 중첩(overlay)을 제외한 대부분의 용도에 부적합하다.

따라서 국가 수치지도에 사용될 단일식별자는 국가 전체적으로 유일성이 보장되어야 하며, 생성 및 저장에 간단하여 적은 비용이 소요되어야 하고, 더불어 무

결성(integrity)을 보장할 수 있어야 한다. 그러나 이와 같은 특징을 갖추는 것은 결코 용이하지 않다.

2. 기존 단일식별자의 종류

2.1 단순 참조번호(Simple Reference Number)

단순 참조번호는 일반적으로 숫자 형식으로 된 식별자로서 지형지물들의 속성과는 전혀 무관한 형식이다. 이러한 번호들은 무작위로 추출된 정수로 지형지물이 데이터베이스에 저장될 때 혹은 만들어 질 때의 시간과 사용한 하드디스크의 일련번호 등을 기준으로 만들어지기도 한다. 이와 같이 부여된 번호들은 사용자에게는 아무런 의미도 제공하지 않으며, 단순한 참조번호에 불과한 것이다. 단순 일련번호 시스템은 일반적인 개체의 참조용도로 사용된다.

2.2 의미형 참조번호(Meaningful Reference Number)

단순 참조번호와는 달리 지형지물을 포함하고 있는 행정구역 등을 바탕으로 하는 즉 의미 있는 정보를 담고 있는 의미 부여형 참조번호이며, 이 경우에도 무작위로 선정되는 번호가 사용되기도 한다. 이런 경우, 행정구역은 잠재적으로는 질의(query) 목적으로 참조할 때 활용할 수도 있다. 이러한 식별자들은 참조체계(reference system)로 사용되기도 하며 또한 별도의 의미와 용도를 가질 수도 있다. 다시 말해서 공간정보의 연결고리로서 데이터를 참조하거나 질의용으로도 활용할 수도 있다.

2.3 도엽내의 일련번호(Tile-based Serial Number)

수년동안 영국 국립지리원(Ordnance Survey, OS)에서는 단순한 '지형지물 일련번호' 방식의 식별자를 지도 데이터에 표현되어 있는 각각의 개체에 지정해 왔다. 이러한 번호들은 도엽 내의 지형지물 순서에 따

수치지도의 활용을 위한 단일식별자

라 할당되며, 데이터의 수정 및 갱신에 따른 유지·관리 방법에 대해서 몇 가지 규칙을 정해 놓았다. 과거에는 도엽내의 연속적인 일련번호를 유지하기 위하여 한번 사용된 일련번호를 다시 사용하였지만 현재는 한번 사용된 숫자는 다시 사용하지 않는다.

2.4 영국 OS의 단일 개체 식별자 (Unique Object References, UOR)

영국 OS96 데이터와 OSCAR, ADDRESS-POINT 와 같은 데이터에 대해서 OS는 다음과 같은 것들을 기반으로 단순 UFID 시스템을 구축하고있다7).

- 데이터 형태 - 주소, 도로 등
- 좌표화된 객체의 위치정보 - 동쪽 방향을 X좌표로, 북쪽 방향을 Y 좌표로 하며, 적절한 해상도를 적용한다. 공간 해상도는 객체의 형태에 따라서 공간적으로 구분되는 정도를 나타낸다. 예를 들어 건물들은 10m 이하의 간격으로 떨어져 있을 수 있으므로 해상도는 1m 단위가 되며, 행정 구역의 경우는 100m 혹은 1000m 단위의 해상도가 사용된다.
- 시간 - 적절한 시간 해상도를 적용한다. 공간 해상

동사이클에 의해 결정된다. 어떤 지형지물에 대해서 많은 사람들이 동시에 작업한다면 활동도가 높도의 경우와 마찬가지로 시간 해상도의 경우도 활용으므로 1초 단위의 해상도가 사용될 것이며, 도로 중앙선과 같이 6개월에 한 번 정도 유지 보수되는 경우는 1개월 단위의 해상도로도 적당할 것이다.

- 발생 빈도 - 1부터 2048번까지의 일련 번호를 사용한다. 이 개념은 (X, Y) 좌표 상에 동시에 존재하는 점들과 관련된 문제를 해결하기 위해 고안된 방법이다. 예로서는 한 개의 아파트 블록에 존재하는 주소들을 들 수 있다.

위에서 언급한 네 가지 요소 중에서 데이터의 형태를 제외한 세 가지 요소는 수치정보이며, 단순히 서로 결합되어 이진 문자로 표현된다. 이 값은 다시 16자리의 ASCII 문자로 변환된다. 데이터 형태에 대해서는 두 개의 문자 코드가 사용되어지며, 식별자의 시작부분에 이 값을 붙인다. 영국 OS의 UOR은 단순하지만, 효율적으로 단일 식별자를 생성할 수 있다. 전체적인 식별자의 형태는 그림 2.1과 같다. 그러나 영국 OS의 단일 식별자는 개체에 내재된 의미를 나타내지 못하

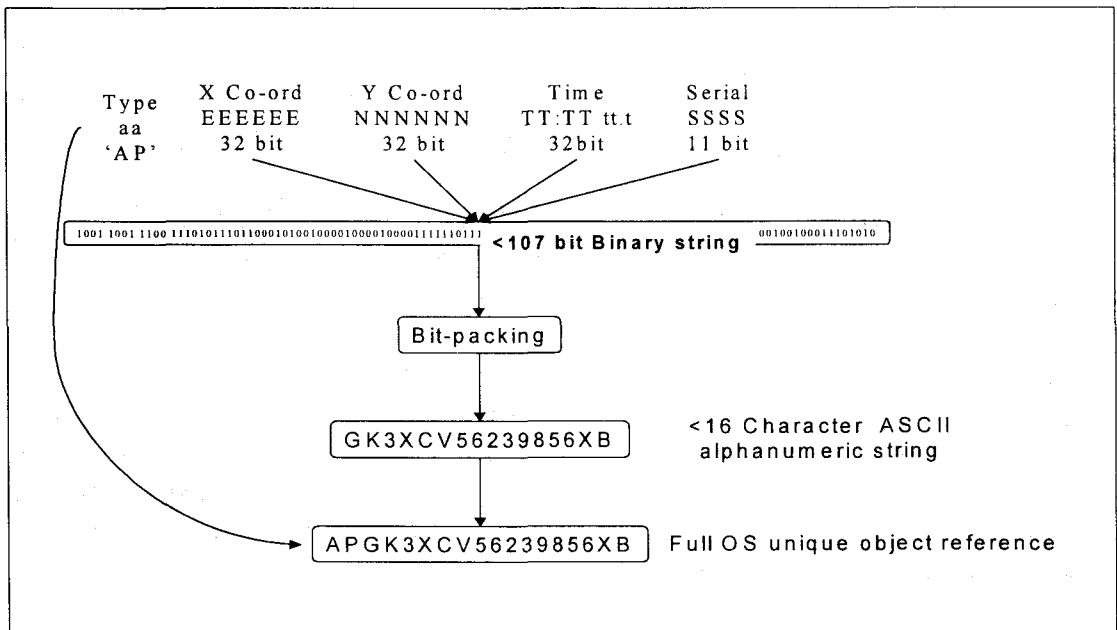


그림 2.1 영국 국립지리원 단일 개체 식별자 구성

며, 단순한 참조 목적의 숫자로 사용되는 것 이외에는 거의 사용되지 않는다. 더불어, 식별자의 내용이 변질되거나 상실되었을 경우는 다시 할당할 수도 없다. 그렇지만, 외적인 정보가 필요하지 않기 때문에 적용하기 쉽고, 속도가 매우 빠르며, 중앙 서버의 정보를 가져오지 않아도 되는 장점이 있다.

2.5 내부 및 외부 식별자 (Internal & External Identifier)

단일 식별자는 어떤 용도나 기관을 대상으로 하는 내부 단일식별자와 일반적으로 서로 다른 데이터셀을 연결시키기 위한 외부 단일식별자로 구분할 수 있다. 다시 말해서, 제작자 또는 관리자 중심의 내부 단일식별자와 사용자 중심의 외부 단일식별자로 구분할 수 있다. 이와 같이 구분된 식별자의 유형은 아래의 표 2.1과 같다.

표 2.1 식별자 유형 비교

	단순 참조	의미형 참조
내부 식별자	<ul style="list-style-type: none"> • 단순한 개체 일련번호 • 시스템내의 개체 참조번호 	<ul style="list-style-type: none"> • 내부 메타데이터(예, 도엽번호) 혹은 시간(예, 관리정보)에 근거한 식별자
외부 식별자	<ul style="list-style-type: none"> • 단순한 일련번호 • OS 단일 개체 참조번호 	<ul style="list-style-type: none"> • 본 논문에서 제안한 단일 식별자 • 영국 Land and Property Gazetteer번호

3. 제안된 수치지도의 단일식별자

국립지리원에서는 수치지도 데이터를 단순한 DXF 포맷으로 제작하기 때문에 초기 단계에서는 지형지물에 대한 식별자를 고려하지 않았으며, 또한 단순도형 포맷인 DXF로는 개체에 대한 식별자를 저장할 수도 없었다. 이와 같이 식별자가 없는 기존의 방식은 한동안 유지될 수 있지만, 이럴 경우에 간단한 지형지물의 참조도 어렵게 된다는 문제가 있다. 예를 들어, 어떤 사용자가 수치지도의 지형지물에 대한 오류를 보고하려고 해도 그것을 구분하여 명확히 지적하기란 쉽지 않다. 또한 DXF는 속성 데이터를 효율적인 방법으로

처리할 수 없기 때문에 별도의 데이터 파일을 사용하여 속성 정보를 저장해야 한다. 어떤 형식으로든 지형지물을 참조할 수 있는 방법이 없다면, 지형지물과 해당 속성정보 등은 함께 연계되어 유지될 수 없게 된다.

서로 다른 데이터를 연결시키고, 데이터 갱신작업에 유연성을 부여하며 나아가 객체지향형 공간정보 데이터베이스) 구축의 기반을 형성하는 단일식별자 체계를 효율적으로 구축하기 위해서는 다음의 내용을 고려하여야 한다.

- ① 어떤 종류의 데이터를 유일한 형태로 식별할 것인가 하는 문제이다. 원시요소(primitive: 점, 선, 노드, 교차점)를 식별할 것인지, 원시요소로 만들어진 실세계의 지형지물을 식별할 것인지, 아니면 두 형태를 모두 식별할 것인지를 결정해야 한다.
- ② 어떤 종류의 지형지물을 식별할 것인가 하는 문제이다. 예를 들어 토지, 건물, 도로, 행정 구역 등

식별해야 할 지형지물의 유형을 결정해야 한다.

- ③ 식별자의 형태가 결정되어야 한다.
- ④ 식별자의 유지방법이 결정되어야 한다.

본 연구에서는 국립지리원의 내부적인 목적의 단일식별자와 더불어 국가지리정보체계내에서 정보를 공유할 수 있는 즉 사용자 중심인 외부목적의 단일식별자를 함께 충족시킬 수 있는 단일식별자 체계를 중점적으로 검토하여 국가 수치지도에 적합한 단일식별자 형태를 고안하였다.

3.1 수치지도의 단일식별자 형태

수치지도의 활용을 위한 단일식별자

본 연구에서 고안한 수치지도 단일식별자(UFID)의 형태는 다음 사항에 기초한 식별자의 생성 알고리즘을 바탕으로 구성된다.

- 1차 필드는 위치정보에 해당하는 국가 행정구역 번호체계 - 법정동 기준
- 2차 필드는 지형지물 코드4)
- 3차 필드는 2차 필드의 지형지물 코드에 따라서 결정됨. 일부 지형지물은 기존의 국가 번호체계를 사용함. 국가 번호체계(예, 도로번호)가 존재하지 않는 지형지물은 일련번호 혹은 임의로 추출된 번호를 사용함.
- 4차 필드는 식별자를 생성한 기관 코드
- 59차 필드는 식별자의 무결성 보장을 위한 checksum 문자

이와 같이 제안된 단일식별자의 포맷은 그림 3.1과 같으며 각각의 필드에 해당하는 자세한 내용은 아래와 같다.

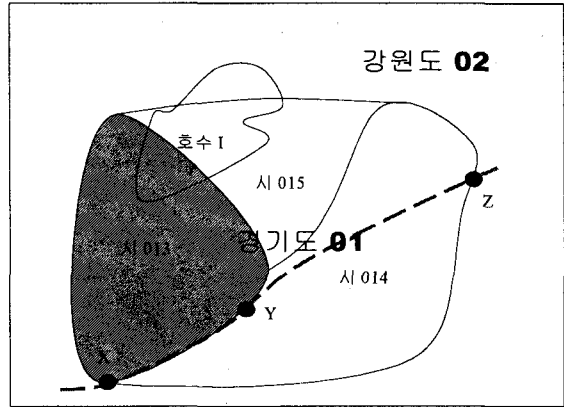


그림 3.2 도로 단일 식별자의 예

위 그림에서와 같이 도로 X에서부터 Y까지를 지정하기 위한 수치지도 UFID의 1차 필드는 '01 XXX XXX XX'와 같이 표현된다. 왜냐하면, 두 도시의 경계에 도로가 위치하므로 시 구역번호보다 한 수준 위인 도 행정구역 번호를 사용하기 때문이다. 반면에 도

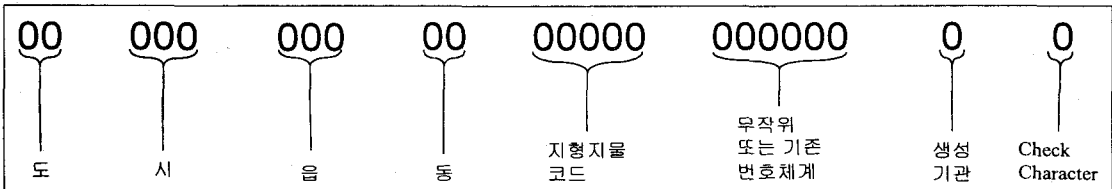


그림 3.1 수치지도의 단일식별자 형태

- 1차 필드는 문자 10자리로 구성된 국가 행정구역 코드를 통해 지정하고자 하는 지형지물의 위치를 표시하며, 행정구역을 벗어난 지형지물은 일반적으로 행정경계에 따라 분리되어 지정된다.
- 두 행정구역 사이의 경계에 위치한 지형지물은 두 행정구역 보다 높은 즉 두 행정구역을 포함하는 행정구역 코드를 사용한다. 예를 들어, 두 개의 '동' 사이에 위치한 도로가 있는 경우, '시'에 해당하는 행정구역 코드를 도로에 적용한다(그림 3.2). 10자리의 코드 중에서 사용되지 않는 부분은 null 혹은 미확정 값 (즉, 'XXX' 혹은 '999')으로 표시한다.

로 Y에서 Z까지를 지정하기 위한 수치지도 UFID의 1차 필드는 '01 014 XXX XXX'로 표현된다. 또한 두 개의 도(경기도와 강원도)에 걸쳐 있는 호수의 UFID 1차 필드는 'XX XXX XXX XX'와 같이 전부 null 문자로 표시된다.

- 다음 2차 필드는 문자 5자리로 이루어진 지형지물 코드를 사용한다.
- 문자 6자리의 3차 필드는 지형지물 코드로부터 추출된다. 해당 지형지물의 국가 번호체계를 사용하며 번호체계가 없는 경우에는 임의 일련번호를 사용한다. 지형지물에 적용될 번호체계에 대한 초기 제안사항은 표 3.2와 같다.

표 3.2 수치지도 단일식별자의 포맷에서 세 번째 필드에 가능한 자료원

지형지물분류	세 번째 필드에 대한 제안번호
빌딩	빌딩 등록번호
도로	도로번호
필지	필지번호
행정구역	0 - 더 이상의 번호가 필요치 않음

- 4차 및 5차 필드는 각각 한 개의 문자로 구성된다. 4차 필드는 코드를 생성한 기관이나 조직을 나타내고, 5차 필드는 단일식별자의 무결성을 보장하기 위한 8비트(bit) checksum 문자를 나타낸다.

Checksum 문자의 생성은 기존의 다양한 알고리즘을 통해 구현될 수 있지만, 본 연구에서 제안한 checksum 알고리즘은 수치지도의 단일식별자에 적합하며 쉽게 적용할 수 있도록 고안하였다. Checksum 알고리즘의 자세한 내용은 그림 3.3에 나타나 있다.

본 연구에서 제안한 checksum 알고리즘의 특징은 단일식별자에 대한 불확실성을 제거하며, 수동으로 입력하거나, 전송 및 처리과정에서 발생할 수 있는 오류를 쉽게 발견할 수 있도록 고안되었다.

제안된 수치지도 단일식별자의 장점은 단일식별자의 구성요소에 행정구역코드와 지형지물코드를 사용함으로써, 직접적인 공간자료 색인을 제공하는 의미형 식별자라는 것이다. 즉, 특정 행정구역 내 특정 유형의 모든 지형지물을 추출하는 작업을 손쉽게 처리할 수 있도록 한다. 더불어 단일식별자의 구성요소로부터 단일식별자가 가리키는 지형지물의 위치정보 및 관련

정보를 직접 유추할 수도 있다. 이러한 구조는 국립지리원이 구축하고 있는 도엽(tile)기반 데이터관리시스템의 단점을 보완하며, 단일 식별자의 외부 참조표 및 도엽 번호를 이용하여 필요한 정보를 손쉽게 접근할 수 있는 효율적인 체계를 제공할 수 있다.

그러나 제안된 단일 식별자 체계의 단점은 세 번째 필드에 외부 자원 즉 빌딩 또는 도로 번호와 같은 기존의 분류체계를 사용하는 경우 구축비용이 매우 크다는 것이다. 모든 빌딩 코드를 유형별로 구분하는 것은 쉬운 작업은 아니며, 적절한 좌표나 주소 파일이 없는 경우에는 자동화될 수 없다. 국가 코드가 존재하는 필지, 하천 및 기타 지형지물에서도 유사한 문제점이 발생할 것이다. 또한 외부 기관이 관련 지형지물에 대한 일련번호를 부여하기 때문에 잠재적인 지연 문제가 발생할 수 있다. 그러나 도로와 같은 일부 지형지물의 번호가 국립지리원 및 다른 기관의 데이터에 속성으로 이미 존재하는 경우, 이와 같은 번호는 보다 쉽게 접근 가능하고 자동으로 통합될 수 있다.

위와 같이 제안된 단일식별자 체계를 구축하고 유지·보수하는 데 소요되는 비용과 외부 기관의 번호 체계 사용을 위한 협조관계를 고려한다면, 제안된 단

단일식별자 - 예를 들어 **1234567** (10 진법)
 8 진법으로 전환 → **4553207**
 숫자 더함 → **4+5+5+3+2+0+7=26**
 다시 숫자를 더함 **2+6=8** checksum 문자

위의 예에서 두 수를 바꾸어 놓으면, (예: 1243567) 8 진법은 4553208 이 되고, checksum 은 2 임.
 따라서 이 방법을 통해 숫자의 자리바꿈을 파악할 수 있음.

그림 3.3 간단한 checksum 계산의 예

일식별자의 세 번째 필드를 영국 국립지리원의 단일 개체 식별자 즉 적절한 임의 추출 알고리즘에 의한 일련번호로 대체하여 단일식별자를 구축할 수도 있다.

3.2 단일식별자와 개체 Life History

단일식별자는 지형지물의 참조에 매우 유용한 도구이나 단일식별자가 지정하는 지형지물이 데이터베이스에 존재하면서부터 소멸되기까지 즉 개체의 일생동안 단일식별자와 관련된 여러 가지 처리과정과 관리 책임에 신중을 기해야 한다.

실제 지형지물이 더 이상 존재하지 않는 경우, 데이터베이스에 저장되어 있는 지형지물과 그에 해당하는 식별자의 처리, 데이터가 삭제되거나 더 이상 존재하지 않을 경우 등에 대해 명확히 규정되어야 한다⁵⁾. 또한 외부 데이터베이스가 단일 식별자에 연결되어 있는 경우, 이러한 변경사항의 통보 및 소요비용을 신중히 검토해야 한다. 이와 유사하게 데이터베이스내의 지형지물이 변경되는 경우, 식별자의 처리방법 및 새로운 지형지물과 그에 따른 식별자를 생성하기 위한 처리과정을 정의하여야 한다.

위의 내용 중에서 지형지물의 변경사항에 대한 통보와 같은 문제는 국가지리정보체계와의 연계 하에서 다른 기관과의 협상을 통해 관리체계를 세워야 한다. 지형지물의 삭제 및 변경, 그에 따른 식별자에 대한 처리를 위해 다음과 같은 규정이 정립되어야 한다.

- 지형지물이 변경되면 단일식별자를 변경한다.
사실상 이것은 지형지물이 바뀔 때마다 원래의 지형지물이 삭제되고, 새로운 지형지물이 추가됨을 의미한다. 만약 갱신된 지형지물의 이력(lineage)에 대한 정보를 저장하고자 하면 이전의 단일식별자를 저장하여야 하며, 이에 대한 사용목적을 결정해야 한다.
- 선 혹은 폴리곤 형태의 지형지물이 분리되는 경우 양쪽 모두에게 새로운 식별자를 부여한다.
양쪽 모두에게 식별자를 자동으로 부여할 수 있는 편집 시스템을 사용하여야 한다.
- 선 혹은 폴리곤 지형지물의 일부가 삭제되는 경우, 나머지 부분에 대하여 새로운 식별자를 부여한다.

- 한번 사용된 식별자는 절대로 재사용하지 않는다. 지형지물이 삭제되는 경우 그 식별자를 절대 재사용하지 않는다.

식별자 생성 알고리즘은 이를 반드시 고려해야 한다.

- 지형지물은 식별자의 유일성을 유지하기 위해서 절대로 복사하지 않는다.
지형지물을 복제해야 하는 경우에는 자동으로 새로운 식별자를 부여한다.
- 지형지물의 오류를 수정하기 위해 지형지물이 변경되는 경우 식별자는 변경되지 않는다.
- 지형지물의 용도가 변경되는 경우 즉, 기존의 오류에 대한 수정 이외의 지형지물의 코드가 변경되는 경우, 새로운 식별자가 부여된다.
- 속성(attribute)값이 변경되는 경우 또는 속성의 추가나 삭제가 되는 경우 식별자는 변경되지 않는다.
- 지형지물과 지형지물 사이의 지정자가 변경되는 경우 식별자는 변경되지 않는다.

4. 결 론

지도제작시스템에서와는 달리 지리정보시스템에서의 단일식별자는 기본적인 복합적인 요소이다. 제작자와 더불어 사용자도 쉽게 이해할 수 있으며, 구축된 서로 다른 데이터의 연결을 가능하게 하는 단일식별자의 구축은 매우 큰 잠재적인 효용가치를 가지고 있다. 국가수치지도는 가까운 장래에 도입 단위에서 지형지물 단위의 정보로 처리되는 관리시스템에 저장될 것이며, 이와 같은 시스템내의 수치지도 데이터는 새로운 지형지물 분류체계에 따라 재분류되고, 기존 데이터에 대한 재편집 작업의 일부로서 지형지물 또는 개체에 대한 식별자를 부여해야 한다. 복잡한 형태의 단일 식별자는 직접적인 효율성을 제공하기보다는 장기적으로 국가지리정보체계에 효율성을 제공할 것으로 예상된다.

단일식별자 구축을 위한 기술적인 방안을 결정하는 것은 다소 단순한 작업일 수 있으나, 이러한 선택사항의 비용 및 효과를 분석하는 작업은 쉽지 않다. 향후에 단일 식별자 체계를 구축하는데 내부적이거나 외부

적으로(즉 우리 나라 전체에 대하여) 소요되는 비용을 추산하는 관리 분석기법에 대한 연구가 필요하다.

단기적으로 수치지도 관리시스템에 저장되는 모든 데이터의 개체에 대하여 도엽(tile)에 기초한 일련번호를 부여해야 하며, 동시에 지형지물에 기초한 단일 식별자의 정의 즉 다양한 종류의 사용자 요구사항을 만족시킬 수 있는 국가적 수준의 단일 식별자에 대하여 적극적으로 검토해야 한다.

감사의 글

이 연구는 1997년도 건설교통부 국립지리원 연구용역의 일부로서 수행되었으며 연구비를 지원하여 주신 것을 감사드리며, 논문의 내용은 국립지리원의 정책이나 견해와는 상관없음을 밝혀두는 바입니다.

참 고 문 헌

1. 국립지리원, "수치지도 관리 및 개선을 위한 연구", 1997.
2. 국토개발연구원, "공간정보 데이터베이스 기본구상", 1996.
3. 국토개발연구원, "공간정보 데이터베이스 방침 및 세부추진방안연구", 1996.
4. 한국전산원, "국가지리정보체계(NGIS) 표준화", 1995.
5. Elmasri, E. and Navathe, S., "Fundamentals of Database Systems", 1994, Addison-Wesley Publishing Company
6. Environmental Systems Research Institute, "Data Dictionary", 1993
7. Ordnance Survey, "Quality Systems Comments and Suggestions", 1996
8. Kim, W., "Introduction to Object-Oriented Databases", 1991, MIT press