韓國地形空間情報學會誌 第17卷 第3號 2009年 9月 pp. 13-21

연구논문

준공도면에서 추출된 CAD 객체를 이용한 수치지형도의 갱신 시스템 개발

Development of the Digital Map Updating System using CAD Object Extracted from As-Built Drawings

양성철* · 최재완** · 유기윤***
Yang, Sung Chul · Choi, Jae Wan · Yu, Ki Yun

要 旨

수치지형도는 정확성과 함께 최신성을 가져야만 국가공간정보로서 그 역할을 다할 수 있으나 항공사진 촬영과 측량, 현지조사를 수행해야 하는 제작과정의 특성상 많은 시간과 비용이 소요되어 최신성을 유지하는데 한계가 있다. 준공도면을 활용하여 수시 갱신한다면 기 작성된 도면을 재활용하므로 불필요한 국가예산의 낭비를 막을 수 있고 측량된 성과를 이용할 수 있으므로 정확한 갱신이 가능하여 그 효과가 크나 CAD 도면 표준화 미비, 준공도면과 수치지형도 파일 형식의 상이, 대장자료의 미비, 입력 객체와 기존 객체와 위상 관계 등으로 인해 어려움이 있는 실정이다. 본 연구에서는 첫째, 준공도면에서 추출된 CAD 객체를 기존 객체의 존재 여부에 따라 신규 혹은 갱신으로 안착시키고 객체간 공간관계에 따라 위상정보를 생성한 후 둘째, 이의 무결성 여부를 검수하여 효율적으로 수치지형도의 갱신을 수행할 수 있는 방안을 제시하였고 그 결과로 수치지형도의 정확성과 최신성을 확보하였다.

핵심용어 : 수치지형도, 준공도면, CAD 객체, 무결성, 정확성

Abstract

Digital map should have the up-to-dateness as well as the accuracy to perform a role as the national spatial data. As digital mapping process require aerial photograph, surveying, and field working, it consumes a lot of time and cost. So there is a limit to maintain the up-to-dateness. If we updates the digital map frequently by using the as-built drawings, we can prevent the waste of national budget by reuse of existing drawings and make accuracy updates from existing survey results. In spite of this advantages, due to insufficiency of CAD drawing standard, inconsistency of file types of as-built drawings and digital maps, and topology relations between input features and original features, so the frequent updates using the as-built drawings is on the difficult situation to perform. In this research, first, CAD features extracted from as-built drawings land the new/update whether original features exist or not and generate topology from spatial relation of features. Second, suggest the efficient partial-update-plan performing integrity test. As a result, guarantee the accuracy and the up-to-dateness of digital map.

Keywords : Digital map, As-Built Drawings, CAD Feature, Integrity, Accuracy

1. 연구의 필요성

수치지형도는 지표면 · 지하 · 수중 및 공간의 위치와 지형지물 및 지명 등의 각종 지형공간정보를 전산시스템을 이용하여 일정한 축척에 의해 디지털 형태로 나타낸 것으로서 국토지리정보원에서 제작 관리하는 국가기본도이며 기본지리정보의 원천 데이터로 사용되는 중요한 자료이다. 이러한 수치지형도를 제작하기 위해서는 항공사진을 촬영한 후에 해석도화, 현지조사, 정위치 편집 등 일련의 과정을 거치며 정확성과 함께 최신성을 가져야만 국가공간정보로서 그 역할을 다할 수 있다. 그러나 제작과정의 특성상 많은 시간과 비용이

2009년 4월 30일 접수, 2009년 5월 28일 채택
* 서울대학교 건설환경공학부 박사과정(scyang2@snu.ac.kr)
** 서울대학교 건설환경공학부 석사과정(iz2003@snu.ac.kr)
*** 교신저자 · 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수(kiyun@snu.ac.kr)

소요되어 최신성을 유지하는데 한계가 있는 실정이다. 국토지리정보원에서는 한정된 예산으로 지도의 최신성을 확보하기 위해 2002년부터 전국 권역별 5년 주기 자동수정체계를 도입(국토지리정보원, 2007)했으나 당해 권역 이외 지역은 2~5년간 수정되지 않은 상태로 공급되고 있고 또한, 급속한 변화를 보이는 도시지역과 비교적 변화가 적은 산악지역, 국토개발이 많은 광역 도시권과 그렇지 않은 일반 지역 등 지역적 특성을 고려하지 않은 갱신주기로 인해 문제점으로 지적되고 있다. 이에 광역도시 2년, 기타 지역 4년 주기로 전면 및 부분 수정하는 안과 함께 건설공사 준공도면을 활용하여 수시 갱신토록 하고 있다. 전면수정은 항공사진 촬영과 현장 측량 등 일반적인 절차를 거쳐 수정하는 것인데 반해 부분수정은 현장 측량없이 수정하는 것이므로 정확도를 확보하기가 어려우나 준공도면을 이용하여 수시갱신한다면 부분수정의 단점을 보완하여 효율적으로 수치지형도의 정확도와 최신성을 확보할 수 있다. 특히, 건설공사를 위해 작성된 준공도면을 활용함으로써 항공사진 촬영과 측량, 현지조사를 수행치 않고기 작성된 도면을 재활용한다는 측면에서 불필요한 국가예산의 낭비를 막을 수 있어 그 의미는 매우 크다고 하겠다. 이와 관련하여 준공도면을 이용한 수치지형도 갱신 연구가 활발히 이루어지고 있으며 그 결과로 갱신 후 1:1,000 축척의 오차 허용 범위 내에 해당되는 결과를 얻을 수 있었다(김원대, 2000). 또한, 개체기반 수치지형도 수시갱신 시스템을 개발하여 유일식별자(UFID)에 대한 처리와 데이터 변환, 데이터 추출, 공간정보 편집, 검수 등을 수행하고 발생한 오류를 수정하였다(이재기, 2008). 수치지형도의 건물 레이어 갱신을 위해서 인터넷 건축행정시스템(e-AIS)에 데이터베이스로 저장되어 있는 건설도면과 대장정보를 이용하는 연구가 수행되었는데 e-AIS는 건물의 신축, 개축, 증축 등의 변경이 발생하였을 경우 각 지자체에 의해 갱신되므로 효율적인 갱신이 가능하기 때문이다. 건축물대장을 이용하여 속성정보를 갱신하기 위해 수치지형도의 구분, 종류, 용도, 주기, 층수항목을 건축물 대장의 명칭 및 번호, 주용도, 층수 항목을 갱신함으로써 건물 정보의 변경이 발생하였을 때 건축물 대장의 전산 수정작업과 동시에 수치지형도의 속성정보도 갱신이 가능하다(김정옥, 2008). 또한, 인터넷 건축행정시스템의 건설도면을 이용하여 공간정보를 갱신하기 위해 해당 객체를 수치지형도에 안착시킨 후 도곽선에 맞추어 분할, 갱신하고 오류를 검수하여 수치지형도의 무결성을 유지하였다(김효중, 2008). 갱신 후에는 수치지형도가 무결성을 유지하고 있는지 검수를 수행해야 하는데 수치지형도에서 발생하는 오류유형을 바탕으로 데이터생성연혁, 데이터포맷, 위치정확성, 속성정확성, 기하구조의 적합성, 논리적 일관성, 경계인접, 완전성, 도곽선 범위의 9가지 기준을 마련한 뒤 작업계획, 오류유형 정의, 납품내역검수, 육안중첩검수, 현지조사검수, 전산정밀검수, 자동검수, 검수결과판정, 검수결과해석으로 이어지는 9단계의 검수절차가 제안되었다(조윤숙, 2000). 본 연구에서는 준공도면에서 추출된 CAD 객체를 수치지형도에 안착시킨 후 기존 객체의 존재 여부에 따라 신규 혹은 갱신으로 처리하여 수치지형도를 갱신하고 이에 대한 검수 항목을 선정하여 수치지형도의 무결성을 유지한 상태로 최신성을 확보하였다.

2. 연구의 범위

본 연구는 건설공사과정에서 작성된 준공도면과 국토지리정보원에 의해 작성된 수치지형도를 입력자료로 하여 준공도면에서 추출된 CAD 객체를 수치지형도에 안착시킨 후 갱신하는 것까지를 범위로 하며 갱신대상은 2.0 버전이다. 여기서 준공도면은 각종 건설 공사가 완료됨에 따라 공사에 의해 변동된 지형지물을 일정한 도식 및 정확도에 따라 수치지형도 등 국가기본도 수정에 활용하고자 작성된 최종도면을 말한다. 준공도면의 객체에 도면 식별자와 공간객체 식별자를 부여하여 객체를 구별하고(김지영, 2009) CAD 도면에서 객체를 추출한 후(박승룡, 2009) 이와 수치지형도와 매칭 테이블을 생성하면 수치지형도 갱신을 위한 전처리 과정이 종료되는데 본 연구에서는 기존 연구의 성과로 전처리된 객체를 이용하여 수치지형도를 출판하는 것까지를 연구의 범위로 한다. 갱신 대상은 주요 지형 · 지물로서 도로, 철도, 하천에 관한 수치지형도 2.0의 도로경계(A001), 도로중심선(A002), 교차로(A008), 철도(A015), 철도경계(A016), 철도(A017), 하천경계(E001), 하천중심선(E002), 실폭하천(E003)이 이에 해당된다.

3. 수치지형도 갱신 시스템

수치지형도 갱신은 항공사진 촬영, 측량, 현지조사 등을 통한 전면갱신과 측량을 수행하지 않는 부분갱신 방법이 있으나 측량을 수행하지 않는 부분갱신의 경우 정확성을 유지하기가 어렵다. 측량성과로 작성된 준공도면을 이용한 수치지형도 갱신 시스템은 이러한 문제를 해결할 수 있으나 CAD 도면 상의 레이어 명 표준화가 제대로 지켜지고 있지 않아 갱신 대상 레이어를 자동으로 추출할 수 없고 축척, 좌표가 일치하지 않아

위치오차가 발생하며 준공도면에 지형지물에 대한 속성정보가 누락되거나 부정확한 경우가 있다(신동빈, 2008). 이러한 문제점들을 해결하기 위해 건설공사 준공도면 작성에 필요한 기준, 방법 및 절차 등을 정하고 시행하고 있으나 아직은 이에 따라 작성된 준공도면은 일부인 상황이다. 수치지형도 갱신을 위해 준공도면에서 추출되어 분할되지 않은 CAD 객체와 수치지형도를 입력받아 속성정보를 입력한 후에 도곽선에 맞추어 분할하고 공간정보, 속성정보를 갱신한다. 자동 검수를 통해 수치지형도의 무결성이 유지되고 있는지를 검사한 후 이상이 없으면 수치지형도 파일 DB를 갱신하고 그렇지 않다면 수동 편집과 수동 검수를 거쳐 파일 DB를 갱신하게 된다. 본 연구에서 제안한 갱신 과정은 그림 1과 같으며 각 프로세스마다 생성된 이력을 따로 저장한 갱신 이력 DB를 함께 생성한다.

4. 공간정보 갱신

공간정보는 레이어, 헤더, 데이터 섹션으로 구성된 수치지형도의 NGI 파일에 저장된다. 레이어 섹션에는 수치지형도 도엽의 이름과 고유번호가 기록되고 헤더 섹션에는 파일 포맷의 버전, 객체의 종류 및 차원, 표현 형식, MBR이 기록되며 데이터 섹션에는 객체의 일련번호, 종류, 좌표와 같은 정보들이 기록된다. 도로, 철도, 하천에 대한 준공도면에서 추출된 객체는 수치지형도와 매칭 테이블을 생성하고 갱신 대상 객체가 신규인지 갱신인지에 따라 안착 후 기존 레이어와의 공간 관계에 따라 적절한 위상관계를 생성한 뒤 NGI 파일로 출판한다.

여기서 신규 객체는 CAD 객체의 위치에 기존 객체가 존재하지 않아 새로이 생성되는 경우이고 갱신 객체는 존재하던 객체를 변경하는 경우이다. 신규일 때는 Record 번호와 UFID를 새로 생성해서 부여하며 갱신일 때는 두 가지 경우로 나뉘는데 첫 번째는 기존의 객체의 공간정보가 동일하고 속성정보만 변경되는 경우로서 이때는 기존 Record 번호와 UFID가 상속되고 두 번째 공간정보도 변경되는 경우에는 새로운 Record 번호와 UFID가 부여되어야 한다. 본 연구에서는 공간정보 갱신을 도로, 철도, 하천 관련 레이어로 나누어 갱신하는데 이중에서도 특히 도로 관련 레이어는 공간관계에 대한 위상정보를 정확히 생성하여야 원활한 수치지형도 갱신이 가능하다.

4.1 도로 관련 레이어 갱신

4.1.1 도로경계(A001)

도로경계는 노견과 인도를 포함한 도로의 폭 또는 도로경계석으로부터 인도를 포함한 도로의 폭으로 정의하며 두 개 이상의 도로경계가 교차하는 교차로 부분을 면으로 생성하고 교차되는 객체들은 서로 다른 각각의 면 객체로 입력한다. 이때, 입체교차로 혹은 지하차도와 같은 경우는 두 개 이상의 도로경계가 교차하더라도 교차로를 생성하지 않아야 한다. 이와 같은 경우 수치

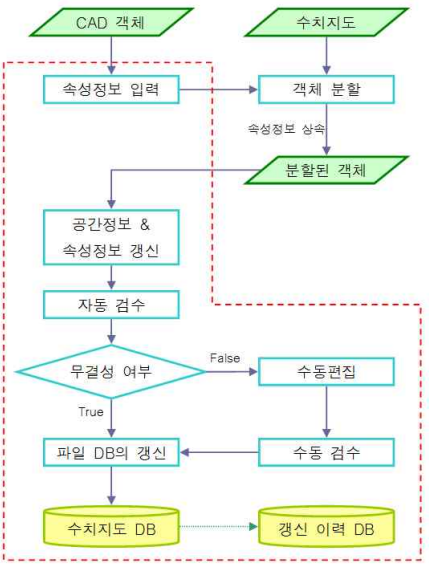

그림 1. 수치지형도 갱신 프로세스

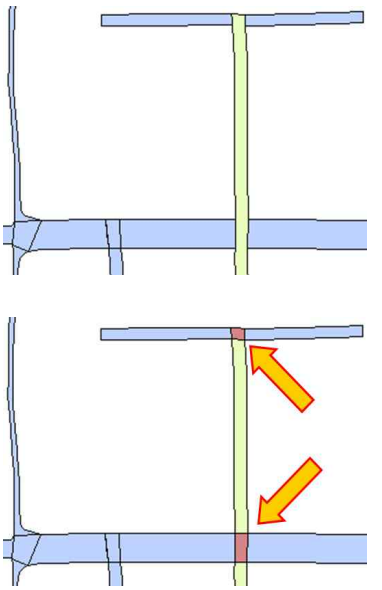

그림 2. 도로경계 갱신과정에서 교차로 생성 전, 후

지형도만으로 교차로인지 아닌지 판별할 수 없으므로 준공도면에 표시된 기존 도로와의 교차로를 이용하여 CAD 객체 추출시 교차로를 추출하고 도로경계의 교차면으로 추출된 것과 비교하여 교차로 레이어를 생성한다. 이 같은 과정은 그림 2에서 보듯이 도로경계 안착 후 다른 도로경계와의 위상관계에 따라 공간정보를 생성하는 순서로 이루어진다.

<갱신 순서>

ⅰ. 분할된 도로경계 CAD 객체 안착
ⅱ. 기존 도로경계와 교차하고 CAD 객체에 교차로가 존재하지 않을 경우 통과입력
ⅲ. 기존 도로경계와 교차하고 CAD 객체에 교차로가 존재할 경우 면객체로 생성
ⅳ. 생성된 면객체를 교차로(A008)로 저장
ⅴ. 갱신된 A001을 저장

4.1.2 도로중심선(A002)

도로중심선은 도로의 상행과 하행을 구분 짓는 중앙경계선 또는 도로경계선에서 인도를 제외한 도로의 중앙선으로 정의하며, 도로중심선이 갈라지는 점(중첩되는 점)과 교차로와 만나는 점을 노드로 생성하여 입력한다. 이 때 교차로에 위치한 도로중심선 중 연결되지 않은 도로중심선은 삭제한다. 특히, 기존 도로와의 교차로가 생성되는 경우 준공도면에서 추출한 객체의 도로중심선 뿐만 아니라 기존 도로의 도로중심선도 교차로를 중심으로 분할되므로 여기에 새로운 Record 번호, UFID를 생성하여 갱신해야 한다. 그림 4(a)~(f)는 도로중심선을 안착시키고 갱신하는 과정을 나타낸 것이며 3거리 형태로 도로가 교차하는 경우 그림 3(a), (b)와 같이 연결되지 않는 도로중심선을 삭제해야 한다.

<갱신 순서>

ⅰ. 분할된 도로중심선 CAD 객체 안착
ⅱ. 기존 도로중심선과 교차하고 CAD 객체에 교차로가 존재하지 않을 경우 통과 입력

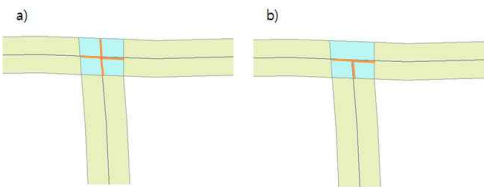

그림 3. 교차로의 도로중심선 중 연결되지 않은 도로중심선 삭제 전(a), 삭제 후(b)

ⅲ. 기존 도로중심선과 교차하고 CAD 객체에 교차로가 존재할 경우 노드 생성
ⅳ. 도로중심선과 교차로 면 객체와 교점을 노드로 생성
ⅴ. 교차로에서 연결되지 않는 선분 삭제
ⅵ. 갱신된 A001을 저장

4.1.3 교차로(A008)

교차로는 두 개 이상의 도로경계가 평면이나 입체적으로 교차하는 지점으로 정의한다. 도로경계의 갱신에서 두 개 이상의 도로경계가 교차하는 경우 교차로를 면 객체로 생성하였고, 이 과정에서 생성된 면 객체로 교차로로 저장한다.

<갱신 순서>

ⅰ. 분할된 교차로 CAD 객체 안착
ⅱ. 기존 도로경계와 CAD 객체의 도로경계와 교차하는 부분을 면객체로 생성
ⅲ. 갱신된 A008을 저장

4.2 철도관련 레이어 갱신

4.2.1 철도(A015)

철도는 궤도를 부설한 통로 상에서 차량을 운전하고 사람과 화물을 운반하는 시설로 정의하며, 철로가 갈라지는 점(철도가 중첩되는 점)에 노드를 생성하고, 철도의 속성이 달라지면 다른 객체로 입력하여 갱신한다. 실좌표 부여 도엽별로 분할된 자료는 속성이 동일한 객체단위로 생성되므로 철도의 속성이 달라지면 별도의 처리 없이도 다른 객체로 입력하여 갱신하게 된다.

<갱신 규칙>

ⅰ. 분할된 철도 CAD 객체 안착
ⅱ. 기존 철도와 교차하는 교점을 노드로 생성
ⅲ. 갱신된 A015를 저장

4.2.2 철도중심선(A017)

철도중심선은 실폭철도의 중심선으로 정의하며, 철로가 갈라지는 점(철도가 중첩되는 점)에 노드를 생성하고, 철도중심선의 속성이 달라지면 다른 객체로 입력하여 갱신한다. 실좌표 부여 도엽별로 분할된 자료는 속성이 동일한 객체단위로 생성되므로 철도중심선의 속성이 달라지면 별도의 처리 없이도 다른 객체로 입력하여 갱신하게 된다.

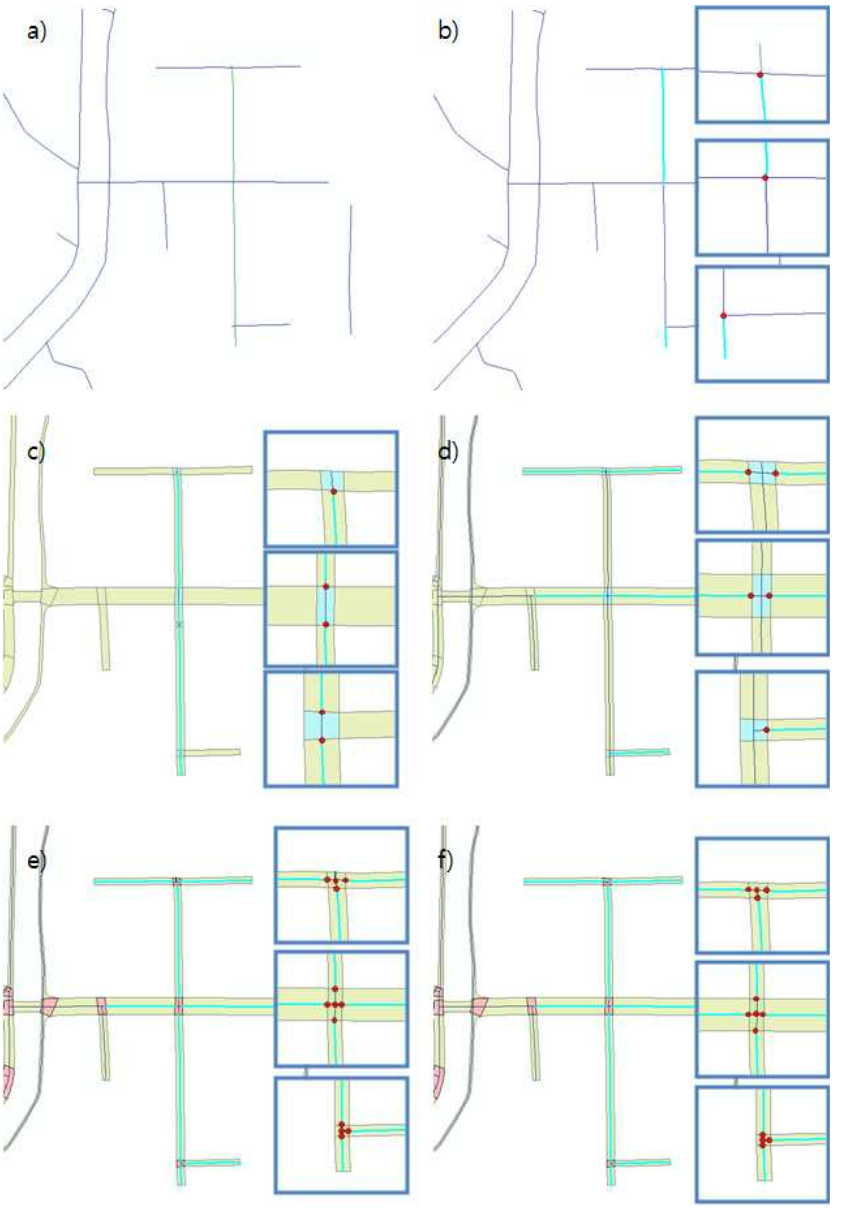

그림 4. A002 도로중심선 갱신 전(a), 갱신과정(b)~(e), 갱신 후(f)

<갱신 규칙>

ⅰ. 분할된 철도중심선 CAD 객체 안착

ⅱ. 기존 철도중심선과 교차하는 교점을 노드로 생성

ⅲ. 갱신된 A017을 저장

4.3 하천관련 레이어 갱신

4.3.1 하천경계(E001)

하천경계는 하천이 만수위 일 때 제방 내측까지의 경계, 또는 제방이 존재하지 않는 경우에는 하천 주변에 인접한 도로경계 및 지류계로 정의되며 하천경계가 교차하는 경우 교차하는 부분을 면 객체로 입력하고, 교차되는 객체들은 서로 다른 각각의 면 객체로 입력한다.

<갱신 규칙>

ⅰ. 분할된 하천경계 CAD 객체 안착

ⅱ. 기존 하천경계와 교차하는 부분을 면 객체로 생성

iii. 갱신된 E001을 저장

4.3.2 하천중심선

하천중심선은 하천경계의 중심선으로 정의되며, 하천이 갈라지는 점(하천이 중첩되는 점)에 노드를 생성하고, 하천의 속성이 달라지면 다른 객체로 입력하여 갱신한다. 실좌표 부여 도엽별로 분할된 자료는 속성이 동일한 객체단위로 생성되므로 하천중심선의 속성이 달라지면 별도의 처리 없이도 다른 객체로 입력하여 갱신하게 된다.

<갱신 규칙>

ⅰ. 분할된 하천중심선 CAD 객체 안착
ⅱ. 기존 하천중심선과 교차하는 교점을 노드로 생성
iii. 갱신된 E002를 저장

5. 속성정보 갱신

5.1 속성의 입력

속성정보 파일(NDA)은 공간정보 파일(NGI)과 동일하게 한 개 이상의 레이어로 구성되며 각 레이어는 헤더와 데이터 섹션으로 구성되어 있다. 레이어 섹션에는 레이어 ID와 레이어 이름이 기술되는데 이들은 파일 내에서 고유한 값이어야 한다. 헤더 섹션에는 파일포맷의 버전과 속성구조에 대한 정보가 기술되며 데이터 섹션에는 헤더 섹션에서 기술된 속성구조에 대응되는 실제 값들이 기술된다. 항공사진으로부터 수치지형도를 제작시 기건설된 구조물에 대한 속성정보를 얻어내기 위해 현지조사를 거치나 준공도면을 이용하는 경우에는 준공된 구조물에 대한 문서자료를 이용하면 효율적인 입력이 가능하다. 인터넷 건축행정 정보시스템 자료를 이용한 건물의 수시갱신시에는 대장자료 데이터베이스를 이용하여 자동으로 입력이 가능하나 SOC 시설물의 경우 준공된 시기에는 관리를 위해 작성하는 대장자료가 존재하지 않기 때문에 자동 입력은 불가능하므로 문서자료를 참고하여 수동으로 입력해야 한다.

5.2 속성정보의 갱신

준공도면에서 추출되어 입력되는 객체는 도곽선에서 분할되거나 공간정보 갱신 규칙에 의해 분할되기 이전에는 하나의 객체로 존재한다. NDA 파일 명세에 의하면 수치지형도의 각 레이어가 가지는 속성항목은 ID, UFID와 속성내용으로 구성되는데 이중에서 ID, UFID는 분할된 각 객체를 구별하기 위한 고유정보로서 NGI 파일에도 존재하는 항목이다. 그러므로 그림 5와 같이

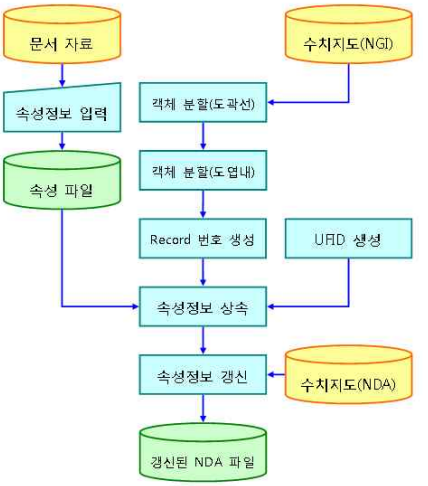

그림 5. 속성정보 갱신 프로세스

속성은 객체가 분할되기 이전에 갱신 대상 객체별로 입력을 하며 이를 분할 과정에서 인계를 해야 동일한 속성을 여러 객체에 반복 입력하는 것을 피할 수 있다. 분할되기 이전에 속성을 입력하기 위해 준공도면에서 갱신 대상 객체를 추출하는 과정이 종료된 후 생성된 공간정보 파일(NGI형식, 파일명은 Object ID)별로 속성을 입력한다. 입력된 속성은 공간정보 파일과 동일한 파일명(Object ID)을 갖는 NDA 파일의 형태로 생성이 된다.

6. 검 수

공간정보와 속성정보에 대해 갱신이 완료된 수치지형도에 대해 무결성을 유지하고 있는지 자동 검수를 하며 그렇지 않은 항목에 대해 수동편집을 수행하고 수동검수를 거침으로써 수치지형도의 갱신을 완료한다. 수치지형도 2.0은 무결점 수치지형도이므로 갱신된 객체와 유관 레이어 간에 대해서만 검수를 수행하면 되며 검수항목은 기하적 일관성, 논리의 일관성, 도곽선 상에서 객체간 일관성, 속성 정확성의 4가지 대분류이다. 우선 갱신된 도엽 내 각각에서만 검수를 먼저 수행한 뒤에 인접한 도엽 간에 검수를 수행하는데 이는 수치지형도의 객체는 도곽선을 기준으로 분할되므로 하나의 객체가 여러 도엽에 존재할 수도 있기 때문에 인접 도엽에 존재하는 동일 객체와 검수를 수행해야 하기 때문이다. 검수 항목 중에서 인접 도엽 간에 수행되어야 하는 것은 도곽선 상의 객체 간 일관성에서 인접 객체 간 레이어 오류와 속성정확성에서 인접 객체간 동일 속성 여부의 두 가지이며 나머지 항목은 도엽 내에서만 검수

되어야 하는 항목이다. 각 항목들을 범주별로 정리하면 표 1과 같으며 각 규칙들은 대상 객체가 면인지 선인지에 따라 적용해야할 항목이 달라진다.

6.1 검수항목

6.1.1 기하적 일관성

- 폴리곤 폐합 여부 : 면형 객체는 도엽 내에서 폐합이 되어야 함
- Overshoot : H001(도곽선)과 만나야할 객체가 도곽선을 지나쳐 입력이 된 경우 지나친 부분을 삭제해야 함
- Undershoot : H001(도곽선)에 인접되어야 할 객체가 도곽선까지 이르지 못한 경우 연장해야 함
- 허용범위 이하 면적 : 일정한 면적($1m^2$) 이하의 면요소인 경우 수동편집에 의해 의미있는 객체인지 아닌지를 확인 후 수정해야 함
- 객체 중복 : 건물(B001)과 건물이 같은 위치에 존재하는 등의 동일 레이어의 객체가 서로 중복되어 위치한 경우 수동편집 과정으로 확인 후 수정해야 함

6.1.2 논리의 일관성

- 실폭 표현 여부 : 축척에 따라 실폭 표현 여부가 결정되는 객체가 정확히 표현되었는지 검사해야 함
- 선의 통과 입력 : 선형 객체가 면형 객체를 지나갈 경우 통과하여 입력해야 하는데 노드가 생성된 경우 이를 제거해야 함
- 교차점에서 노드 생성 : A002(도로중심선)끼리 만나는 교차로의 경우와 같이 교차점에서 노드가 생성되어야 하나 그렇지 못한 경우 노드를 생성해야 함
- 경계초과 오류 : E003(실폭하천)은 E001(하천경계) 내부에만 존재해야하나 그렇지 못한 경우 혹은 도로경계(A001) 내부에 도로중심선(A002)이 존재하지 않는 경우와 같이 내부에 존재해야할 객체가 존재하지 않거나 해당 경계 외부에 존재할 경우 수동편집 과정으로 확인 후 수정해야 함
- 교차로 오류 : 교차로(A008) 폴리곤의 꼭지점이 도로 경계 내부에 존재하는 등 교차로가 도로와 만나지 않는 경우 수동편집 과정으로 확인 후 수정해야 함

6.1.3 도곽선 상에서 객체간 일관성

- 인접 객체간 레이어 오류 : 도곽선 상에서 분리된 객체는 동일한 레이어명을 가져야 함

6.1.4 속성 정확성

- 속성의 자료형 : 사전에 정의된 속성 항목 목록과 같은 자료형을 가져야 함
- 속성 자료의 범위 : 사전 정의된 속성 항목 목록과 같은 자료의 범위를 가져야 함
- 속성 내용의 정확성 : 속성 항목 중에 내용이 사전

표 1. 범주별 검수 규칙

범주	CODE	검수규칙	CODE	비고
기하적 일관성	GEO	폴리곤 폐합 여부	CLS	면
		Overshoot	OVS	면
		Undershoot	UND	선
		허용범위 이하 면적	ARE	면
		객체 중복	OVR	면, 선
논리의 일관성	LOG	실폭 표현 여부	WID	면
		선의 통과 입력	CRO	선
		교차점에서 노드 생성	NOD	면, 선
		경계 초과 오류	EDG	면, 선
		교차로 오류	CRR	면
도곽선 일관성	LAY	인접 객체간 레이어명 오류	BLY	면, 선
속성 정확성	ATR	속성의 자료형	TYP	면, 선
		속성 자료의 범위	RNG	면, 선
		속성 내용의 정확성	CON	면, 선
		인접 객체간 동일 속성 여부	QUD	면, 선
		교량의 하천명 오류	BRD	면

표 2. 검수 결과 리포트의 예

RECORD	UFID	CATEGORY	RULE	INTEGRITY
17781	1000035710053A00110000000000177849	GEO	CLS	0
17781	1000035710053A00110000000000177849	GEO	OVS	0
17781	1000035710053A00110000000000177849	LOG	WID	1

에 정의된 것은 목록과 같은 내용 중에 하나여야 함
- 인접 객체간 동일 속성 여부 : 도곽선 상에서 분리된 객체는 동일한 속성을 지녀야 함
- 교량의 하천명 오류 : 수치지형도 레이어중에 교량은 속성 항목에 하천명을 가지는데 이것이 교량이 위치한 하천의 명칭과 일치해야 함

6.2 검수 결과 파일의 생성

갱신된 수치지형도 검수 결과를 리포트 파일로 생성하여 검수 규칙의 어느 항목에서 오류가 발생하였는지를 기록하며 또한 해당 리포트에서 오류가 발생한 항목에 대한 수동편집 과정을 진행하기 위한 입력자료로 사용한다. 검수 결과 리포트에는 각 객체를 구별할 수 있는 RECORD 번호, UFID와 어떤 검수규칙에서 오류가 발생하였는지 판별하기 위한 검수규칙 범주, 검수 규칙, 검수 결과를 기록하는 무결성 여부이며 검수 리포트의 파일명은 수치지형도 도엽번호와 동일하게 기록한다.

7. 결 론

수치지형도는 국가기본도로 사용되는 중요한 자료로서 정확성과 함께 최신성을 지녀야만 그 역할을 다할 수 있으나 제작과정 상의 특성 때문에 이를 확보하기에 한계가 있다. 최신성을 확보하기 위해 전면갱신에만 의존할 경우 갱신 주기로 인해 장기간 최신성을 확보하지 못한 상태로 수치지형도가 공급될 가능성이 있고 부분갱신은 측량없이 수치지형도의 갱신을 진행하기 때문에 정확성을 확보하기가 어렵다. 이를 보완하기 위한 방법으로 준공도면을 이용한 수시갱신을 하도록 하고 있으나 CAD 도면 표준화 미비, 대장자료의 미비, 입력객체와 기존 객체와의 위상 관계 등으로 인해 어려움이 있는 실정이다. 본 연구에서는 준공도면에서 추출된 CAD 객체를 수치지형도에 안착하고 문서자료를 참고하여 속성을 입력한 후 객체를 분할하였다. 이때 속성을 분할된 객체마다 상속시켜 반복 입력을 피할 수 있도록 하였다. 왜냐하면 동일한 속성을 가지는 CAD 객체는 도곽선 상에서 분할되거나 도로중심선이 교차로에서 분할되거나 하는 등 다양한 요인에 의해 여러 개의 객체로 분할되기 때문에 분할된 후의 객체에 속성을 입력할 경우 동일 속성을 반복적으로 입력해야 하기 때문이다. 분할된 객체와 다른 객체와의 공간관계에 따라 위상관계를 정립하면서 안착을 시킴으로써 수치지형도를 갱신하였고 그 결과를 자동 검수하여 무결성을 확보할 수 있도록 하였다. 이러한 일련의 과정을 통해 준공도면의 CAD 객체로 수치지형도를 갱신할 때 공간정보와 속성정보가 정확히 갱신되게 하기 위해 다른 개체와의 위상관계를 고려한 갱신과 검수가 가능토록 하였다. 최종적으로 완성된 수치지형도는 측량성과로 작성된 준공도면을 활용한 결과이기 때문에 정확성과 함께 최신성을 유지할 수 있어 효율적인 수치지형도 갱신 시스템으로 활용이 가능하다. 그러나, 입력되는 CAD 객체와 다른 지형지물과의 위상관계를 자동으로 파악할 수 없어 작업자의 개입이 필요하고 준공도면이 작성되는 시기에는 관리를 위해 작성되는 대장자료의 정보가 부족하거나 파일 DB 형태로 존재하지 않아 수동으로 입력해야 하는 점에 대한 개선이 필요하다. 그러므로 준공도면 작성 단계에서 DB화된 속성자료를 구축하도록 하고 입력 CAD 객체의 다른 레이어와의 위상관계에 대한 모델을 수립할 수 있다면 더욱 효율적인 수치지형도 갱신 방법으로 활용이 가능하다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발 사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업 과제의 연구비 지원(07국토정보C04)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 국토지리정보원 고시 제2007-141호, 2007, “지도 수정 · 갱신 추진계획”.
2. 김원대, 이강원, 박홍기, 2000, “준공측량도면을 이용한 수치지도 수정/갱신”, 한국지형공간정보학회논문집, 제8권, 제 1호, pp.85-95.
3. 이재기, 이동주, 정성혁, 2008, “수치지도 수시갱신 시스템 개발”, 한국측량학회지, 제26권, 제5호, pp.537-546.

4. 김정옥, 김지영, 배영은, 유기윤, 2008, “수치지도 갱신을 위한 건축물대장의 적용가능성 분석 : 건물레이어 속성정보 갱신을 중심으로”, 한국GIS학회, 2008 공동춘계학술대회.
5. 김효중, 양성철, 가칠오, 유기윤, 2008, “인터넷 건축행정 시스템(e-AIS) 자료를 이용한 수치지도 2.0의 건물레이어 갱신 및 검수 방안”, 한국GIS학회, 2008 공동춘계학술대회.
6. 조윤숙, 이종용, 김명진, 최현옥, 2000, “수치지도 검수 방안에 관한 연구”, 한국GIS학회, 한국GIS학회지, 제8권, 제1호, pp.31-59.
7. 김지영, 김정옥, 유기윤, 2009, “SOC 준공도면에 기반한 수치지도 갱신을 위한 식별자 생성”, 한국측량학회, 2009 춘계학술발표회.
8. 박승룡, 박우진, 유기윤, 2009, “수치지도 갱신을 위한 건설도면 자료의 GIS 데이터 변환에 관한 연구”, 한국측량학회, 2009 춘계학술발표회.
9. 국토지리정보원, 2000, “무결점 수치지도 제작 연구”.
10. 국토지리정보원 고시 제 2008-146호, 2008, “수치지도 수정용 건설공사 준공도면 작성에 관한 지침”.
11. J. Chen, W. Liu, Z. Li, R. Zhao, and T. Cheng, 2007, “Detection of spatial conflicts between rivers and contours in digital map updating”, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 21, No.10, pp.1093-1114.
12. 신동빈, 유선철, 2008, “수치지도 갱신을 위한 준공도면 활용 문제점에 관한 연구”, 한국GIS학회, 2008 공동춘계학술대회.