

국가기본도 수치지도 데이터베이스의 오류발생 빈도에 관한 연구

국토개발연구원 국토정보센터 신 동 빈

1. 서 론

국가기본도 수치지도 데이터베이스는 정보화 사회의 근간이 되는 사회간접자본의 하나로 다양하고 창의적인 응용을 통해 고부가가치를 실현하여야 한다. 막대한 예산이 소요되는 지형공간데이터베이스인 국가기본도 수치지도 데이터베이스는 효과적인 활용을 목적으로 하여야 하며, 이를 위해 데이터베이스 설계와 구축과정 역시 미래의 사용자와 예상 수요를 바탕으로 추진되어야 한다.

국가지리정보체계(National Geographic Information System:NGIS)구축 기본계획에 의거하여 1995년부터 추진되고 있는 국가기본도 수치지도 제작사업은 1997년까지 1:5,000 축척이 완성될 예정이다.

이와같은 국가기본도의 수치지도 데이터베이스는 기존의 종이지도와는 달리 점, 선, 면 및 문자의 요소로 지형지물의 위치나 형상을 수치화된 좌표로 표현하고 있어 사용목적에 적합하게 재 가공함으로써 부가가치를 증대시킬 수 있으며, 필요에 의해 정부부처, 지방자치단체 및 정부투자기관이나 민간에 제공되어야 함은 물론, 차후에는 공공 GIS 활용체계의 기본자료로 이용되어야 함에 따라 표준화된 작업규정에 의해 자료의 품질을 확보하는 것이 중요한 문제가 된다.

일반적으로 대규모 데이터베이스의 품질을 확보하기 위해서는 완성된 자료에 대한 품질 기준을 설정하여 표준화된 검사 단계에 의해 자료검사가 수행되어야 한다. 자료의 검사과정에는 자료모형과 자료내용, 위치정확도 및 자료품질을 검토하기 위해 육안에 의한 원도자료와의 비교에 의한 육안검사와 컴퓨터 도구를 통한 전산검사가 주로 수행되고 있으며, 신뢰성이 있는 자료품질의 확보를 위해 개인오차가 배제되고 시간과 인력 및 경비를 절감할 수 있는 자동검사프로그램에 의한 자료검사가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 부가가치가 큰 대규모 공공 데이터베이스인 국가기본도 수치지도 데이터베이스의 일정한 품질을 확보하기 위해 육안검사와 전산코드검사 및 세부적인 전산화일의 구조적 오류 등을 검사할 수 있는 자동검사프로그램에 의한 오류의 유형별 발생빈도를 파악하여 향후 제작에 있어 흔히 발생할 수 있는 오류의 감소가 이루어지도록 하는데 그 목적이 있다.

2. 수치지도 제작과정 및 주요 세부작업 지침

2.1 국가기본도 수치지도 제작과정

현재 국내에서 제작하고 있는 각종 수치지도제작(Digital Mapping)은 수치지도작성작업규칙(건설교통부령 제17호 '95. 5. 29) 및 수치지도작성작업내규(국립지리원내규 제기호 '95. 6. 15)에 의거하여 컴퓨터를 이용한 수치도화, 지도입력 등 지형·지물을 수치자료로 취득하여 표준코드 및 표준도식에 의해 목적에 따라 정위치편집과 구조화편집 또는 도면제작편집을 수행하는 것을 의미한다.

수치지도제작은 그림 1과 같은 과정으로 수행되며, 이들로부터 입력, 편집, 출력, 수정된 수치지도자료는 그대로 이용하거나 변환과 검색이 가능하고, 다른 종류의 자료와 조합하여 각종 형식의 지도를 만들 수 있어 건물, 도로, 하천, 지형 등으로 구조화(Structuerd)된 데이터베이스의 구축이 가능하다.

그림 1에서 나타난 바와 같이 수치지도 제작과정은 기존 지도입력(공정 I)과 수정도화(공정 II) 및 현지지리조사(공정 III)의 3단계의 과정과 이들 성과를 편집하는 정위치 및 구조화편집(공정 IV)으로 분류된다. 공정 I은 기존 지형도의 각 판을 통해 작업을 수행하는 과정으로 데이터베이스의 구축시 시간과 경비를 절약할 수 있으나, 자료의 최근화를 이룰 수 없어 정확도 및 신뢰도를 저하시킬 수 있음에 따라 최근 촬영된 대상지역의 항공사진으로 변경된 부분을 수정도화하는 공정 II의 과정이 필요하며, 이 또한 촬영시와 지도제작시의 시차 및 항공사진촬영이 제대로 이루어지지 않은 부분을 고려하여 공정 III의 현지지리조사를 통해 자료의 신뢰성을 확보한다. 이와같이 제작된 자료는 지도제작규정 및 편집규정에 따라 공정 IV의 정위치편집 및 구조화편집을 수행하는 과정으로 국가기본도의 수치지도화가 수행된다.

일반적으로 지도자료의 입력은 신축이 없는 원판을 이용하여야 하며, 표준코드 및 표준도식에 의거하여야 한다. 수동독취기에 의한 입력은 4점 이상의 기준점을 이용하여야 하며, 표정오차는 도상 0.2mm 이내여야 한다. 또한, 자동입력작업은 표준레이어코드에 따라 레이어별로 입력하는 것을 원칙으로 하며 벡터자료로 변환하여야 하고 수정된 벡터자료는 표준지형코드를 부여하여야 한다.

본 연구에서는 이와같은 수치지도 제작과정중 축척 1:5,000의 국가기본도를 대상으로 기존 지형도의 입력과 지형 및 지물정보의 최근화를 위해 수정도화를 수행한 수정도화원도와 지리조사정보를 정위치편집하는 수치지도제작과정을 분석하여 작업형태별 세부지침을 파악함으로써 제작과정에서 발생할 수 있는 오류를 파악해내는 기준으로 설정하였다.

수치지도제작의 세부 공정은 그림 2와 같이 최근에 촬영된 항공사진을 도화한 수정도화자료를 선행 입력하고, 기존 지형도의 원판을 자동독취한 등고판, 인공판, 하천판, 주기판의 벡터화작업을 수행한후, 이를 입력된 수정도화자료와 정위치 편집을 하여야 하며, 각 판별 입력 내용을 하나의 화일로 결합하여 현지지리조사 사항을 수정·보완하는 과정으로 수행된다. 각 판별 자료의 수록내용 및 수치지도제작의 세부공정은 그림 2와 같다.

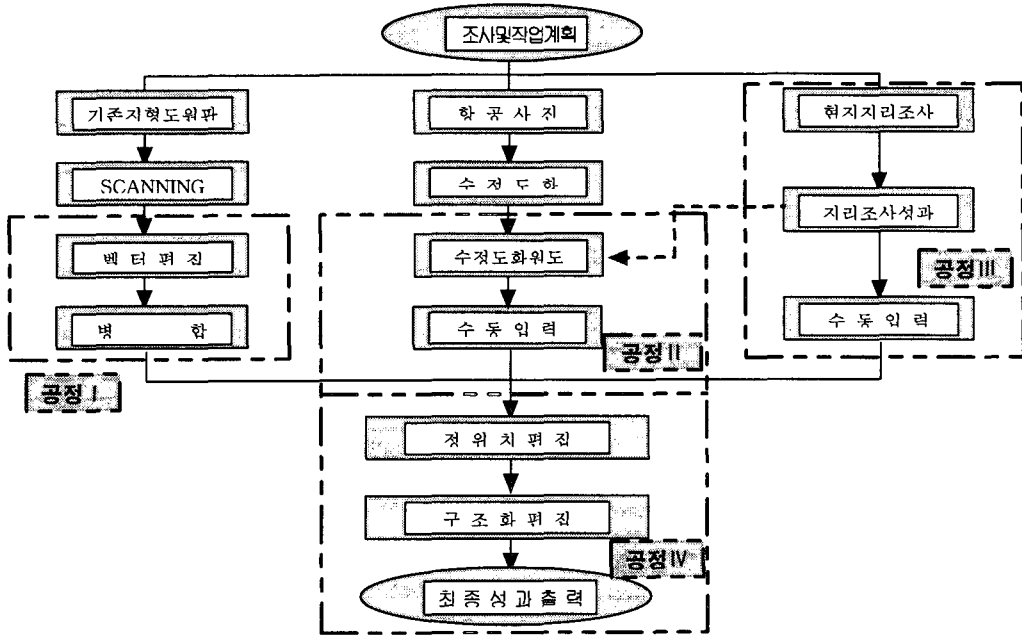


그림 1. 수치지도제작의 주요 과정

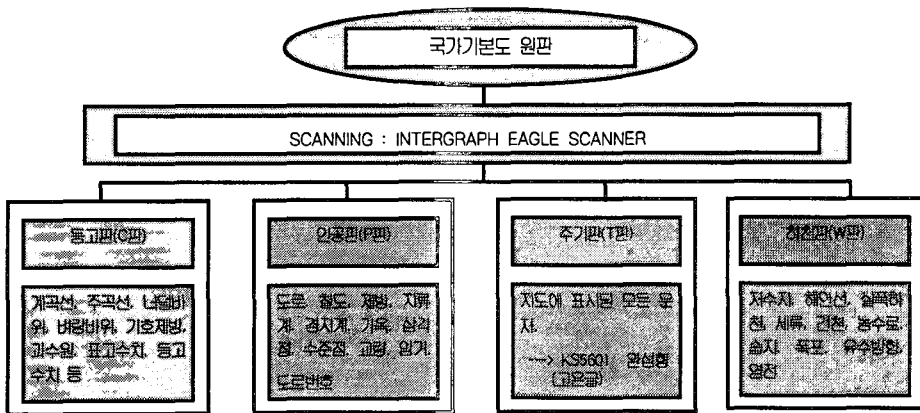


그림 2. 지동독취자료의 내용 주요 수록정보

2.2 수치지도제작의 주요 세부작업 지침

수치지도제작의 공정별 세부작업 지침은 작업자와 검사자에게 가장 기본적이고 중요한 사항으로 주로 벡터편집과 정위치 편집과정에 대해 규정하고 있다. 본 연구에서는 이와같은 과정에 대한 주요세부 지침을 파악하여 수치지도 제작과정에 발생하는 주요 오류(error)의 유형을 분석하는데 이용하였다.

자동독취자료를 활용한 벡터편집은 기존 지형도 원판을 자동독취(scanning)하여 제공되는 래스터자료를 독취된 래스터범위내에서 생성하는 과정으로 그림 1의 공정 I에 해당되며, 수치지도제작 공정의 대부분을 차지하는 과정이다.

벡터편집시 이용되는 좌표변환은 국립지리원에서 제공한 도곽좌표값을 사용하여야 하며, 도곽의 네 모서리점은 작업이 수행된 후에도 삭제해서는 안되고 지도원판별로 작업된 벡터자료는 하나의 파일로 병합하여야 한다. 파일의 병합에 이용되는 좌표기준계는 우리나라 지도투영의 기준인 횡단메르카토르(Transverse Mercator:TM)좌표로 하여야 하며, 단위는 m로 소수이하 2자리까지 기록하여야 한다.

일반적으로 벡터편집의 정확도는 래스터자료와 최종 작성된 벡터자료를 화면에서 비교하여 도상 0.2mm이내이어야 하며, 확인용 출력도면의 정확도는 지도원판과 비교하여 상대최대오차가 도상 0.7mm, 표준편차가 도상 0.4mm이내이어야 한다. 자동독취자료를 활용한 벡터편집 과정에서 준수하여야 할 주요세부 지침은 표 1과 같다.

수정도화원도의 수동입력(digitizing)은 공정 II에 의해 작성된 대상지역의 수정도화원도를 수동독취기를 통해 벡터자료로 만드는 과정으로 기존 자료의 정확도와 신뢰도를 향상시키기 위해 수행된다. 수동입력을 위한 표정에는 최소 네점의 기준점이 이용되어야 하며, 기준점간의 거리는 가능한한 먼 것이 좋고 표정오차는 도상에서 0.2mm이내이어야 한다.

일반적으로 각종 지형지물에 대한 수동입력 및 주기의 입력과정은 표 1에서 기술한 벡터편집의 세부 지침을 준용하며, 입력시의 정확도는 도상 0.2mm이내로 이를 만족하기 위해 수동독취기의 해상도는 20선/mm이상 이어야하고 독취범위는 900mm×600mm이상이어야 한다. 또한, 수동입력자료의 확인용 출력도면의 정확도는 지도원판과 비교하여 상대 최대오차가 도상 0.7mm, 표준편차가 도상 0.4mm이내이어야 한다.

정위치편집은 지리조사 및 현지보완측량으로 얻어진 성과를 이용하여 도화기로 작성된 수정도화원도 및 벡터편집된 지도자료성곽을 수정보완하는 작업으로 작업의 수행은 도엽단위로 하며, 국가표준코드 및 표준도식을 준수하여 수행하여야 한다. 정위치편집의 세부규칙은 표 2와 같다.

표 1. 벡터편집을 위한 주요 세부지침

세 부 항 목	세 부 지 침	비 고
1. 실험건물중 직선건물	○ 각 모서리에 하나씩 점 데이터가 있어야 하며, 반드시 폐합	
2. 곡선자료의 점간 입력간격	○ 축척 1:1,000 및 1:5,000 --> 1m ○ 축척 1:25,000 --> 10m	
3. 곡선자료의 중간점을 생략할 수 있는 간격	○ 축척 1:1,000 및 1:5,000 --> 6' ○ 축척 1:25,000 --> 10'	직선진행 방향기준
4. 도로중심선 및 하천중심선	○ 축척 1:1,000 --> 모든 실폭도로와 일반철도에 도로중심선 삽입 ○ 축척 1:5,000 및 1:25,000 --> 고속국도, 국도, 지방도와 시가지 간선도로에 도로중심선 삽입 ○ 직할하천, 지방하천, 준용하천 --> 제방사이에 하천중심선 삽입	
5. 선의 교차	○ 도로, 도로중심선, 하천, 하천중심선이 고기부 및 교량과 교차시 교량 등을 통과하여 연결	
6. 분 기 점	○ 모든 자료의 분기점은 반드시 일치	
7. 연속 선형대상물	○ 모든 선형자료는 반드시 연결	
8. 등고선, 표고점, 삼각점, 수준점	○ 표고값을 정확히 입력하여야 함	
9. 등고선 수치	○ 등고선을 단락시키지 않고 등고선상에 입력	
10. 원판의 오기 및 누락	○ 도화원도 등 확인이 가능한 자료를 이용하여 직접 및 수동등록기로 입력	
11. 지류기호	○ 한필지에 하나씩 중임에 입력	
12. 주기의 기재로 삭제된 지형지물	○ 주변상황을 판단하여 복원하며 그렇지 못한 경우에는 도화원도 등을 확인하여 복원	
13. 주기의 입력	○ 지형도 및 지리조사 주기를 해당기호로 입력(KS 5601 완성형) ○ 크기, 간격, 배열은 건설교통부령제247호에 의거하여 입력 ○ 선상주기는 직선으로 표현하며 가능한한 선성과 일치	

표 2. 정위치편집의 세부지침

세 부 항 목	세 부 지 침
1. 국가기준점	○ 성과표에 따라 모두 입력(삼각점 및 수준점조사)
2. 항공사진 판독이 불가능한 지역	○ 지리조사 성과를 이용하여 수정 보완 ○ 모니터상에서 어려우면 수동등록기로 입력
3. 등고선이 불합리한 지역	○ 산지에 한하여 주곡선 간격의 1/3범위에서 수정 가능
4. 향측 및 지리조사 시점의 차이로 인한 불일치	○ 지리조사성과를 이용하여 입력 및 수정
5. 각종 지형지물의 제원(도로,철도,교량,제방,댐)	○ 지리조사에서 얻은 자료를 통해 정확히 수정
6. 지 류 계	○ 축척 1:5,000 --> 폐합하지 않아도 됨 ○ 축척 1:1,000 --> 반드시 폐합
7. 도로 및 하천 폭	○ 축척 1:1,000 --> 0.6m 이상 ○ 축척 1:5,000 --> 3.0m 이상 ○ 축척 1:25,000 --> 6.0m 이상은 실폭으로 표현

또한, 정위치편집을 위한 지도자료의 편집 및 주기의 입력은 표 1의 벡터편집 세부지침에 준용하며, 정위치편집의 정확도는 지리조사된 내용과 일치하여야 한다.

이와같은 정위치편집된 자료는 자료간의 지리적 상관관계를 파악하기 위해 정위치편집된 지형지물을 기하학적 형태로 구성하는 구조화편집 및 지도형식의 도면으로 출력하기 위해 지도도식규칙 및 표준도식에 의해 편집하는 도면제작편집을 수행한다.

3. 수치지도 데이터베이스의 오류유형 설정

본 연구에서는 기존 수치지도 납품자료의 육안검사 및 전산코드검사를 통해 주로 발생하는 오류유형과 자동검사프로그램의 오류유형을 설정하였다.

육안에 의한 검사방법은 기존 지형도와 수정도화원도 및 최종 출력도면을 중첩하여 지형도와 수정도화원도상의 지형지물의 누락여부를 라이트테이블상에서 육안으로 검사하는 방법으로 사소한 심벌의 누락이나, 표고값 표기오류등 기본적인 오류파악에는 장점이 있으나, 육안에 의한 검사임에 따라 자료의 활용시 중요한 건물의 폐합, 자료층 오류 및 인접관련오류 등 전산구조상에서 발생하는 미세한 많은 오류의 파악은 불가능한 단점이 있다. 일반적으로 육안검사를 통해 파악되는 주요 오류의 유형은 표 3과 같다.

표 3. 육안 검사에 의한 오류유형

오류유형	오 류 내 용
철도오류	○ 철도선 위치오류
하천오류	○ 유수방향오류 ○ 수계선누락 ○ 저수지경계선오류 ○ 모래표시오류 ○ 하천누락 ○ 제방누락 ○ 교량누락
도로오류	○ 도로선폐합 ○ 도로선연결 ○ 도로선논통과오류 ○ 도로선번호누락 ○ 도로중심선누락 ○ 도로선누락 ○ 도로선건물통과오류 ○ 도로폭오류
건물오류	○ 건물형태오류 ○ 건물크기오류 ○ 건물유무오류 ○ 심벌표기오류 ○ 심벌크기오류
지류오류	○ 지류계누락오류 ○ 경지계누락오류 ○ 성철도표시오류 ○ 경지계접합오류 ○ 묘지누락오류 ○ 묘지위치오류
시설물오류	○ 임계누락오류 ○ 울타리위치오류
지형오류	○ 등고선논통과오류 ○ 등고선과도격오류 ○ 등고선건물통과오류 ○ 등고수치누락오류 ○ 표고수치누락오류 ○ 삼각점누락오류 ○ 표고정위치오류 ○ 표고점수치오기
행정및지역경계	○ 행정경계선위치오류
주기오류	○ 주기누락오류 ○ 주기내용오류 ○ 주기위치오류 ○ 주기간격오류

전산코드검사에 의한 방법은 수치지도작성작업규칙 도식규정에 정의되어 있는 주요 자료층코드에 고유색상을 부여하여 자료층코드가 정확히 입력되었는지를 파악하는 방법으로 전산프로그램을 이용함으

로 자료층의 오류파악에는 장점이 있으나, 세부적인 오류파악에는 한계가 있다. 전산코드검사에 의한 주요 오류유형에는 표 4와 같다.

표 4. 전산코드검사에 의한 주요 오류 유형

오류 유형	주요 오류 내용
철도	○ 철도선중 각각의 레이어코드를 잘못 입력하는 경우
하천	○ 하천선중 세류선을 입력하는 경우 주위의 제방선을 교차하는 오류
도로	○ 도로의 양쪽선을 다른코드로 입력한 오류
건물	○ 주거건물시 주택코드로 입력한 오류
지류	○ 수치지도자료층 중 가장 많은 코드로 지류계와 경지계를 혼동한 오류
시설물	○ 여수도를 콘크리트옹벽 코드로 입력한 경우(부정확한 작업지침 및 작업자의 주관)
행정경계	○ 행정경계입력시 발생하는 오류로 시도의 경계선 코드를 잘못입력하는 경우 등
주기	○ 주기입력시 발생하는 오류로 새마을청고를 산업시설코드로 입력한 경우 등

이와같은 검사방법에 따른 오류유형 이외에도 수치지도자료의 전산화일구조 분석을 통해 많이 발생하는 오류에는 기준선초과(overshoot)오류, 기준선미달(undershoot)오류가 있으며, 검사화일내의 오류와 검사화일과 인접화일과의 오류로 분류된다.

본 연구에서는 기존 수치지도자료에 대한 육안검사 및 전산코드검사에서 파악된 오류유형과 전산자료구조분석을 통해 파악된 오류유형과 사람의 눈으로 확인하기 곤란한 오류를 검색할 수 있는 자동검사프로그램의 오류유형 19기지를 표 5와 같이 설정하였다.

표 5. 자동검사프로그램의 오류유형

no.	오류명	원인 및 허용한계	해결방안
1	기준선초과오류 (OVERSHOOT)	- 작업화일의 ENTITY중 도곽기준선을 0.01이상 지나친 경우	- 작업화일의 도곽좌표 확인 - 도곽선분에 정확히 인접되어 있는지 확인
2	기준선미달오류 (UNDERSHOOT)	- 작업화일의 ENTITY중 선형ENTITY가 도곽기준선에 0.2이하로 미치지 못한 경우	- 작업화일의 도곽좌표 확인 - 도곽선분에 정확히 인접되어 있는지 확인
3	건물폐합오류 (BUILDING OPEN)	- 작업화일의 ENTITY중 건물이 폐합되지 않은 경우	- ENTITY의 시작점과 끝점이 서로 같은 위치에 있는지 확인
4	고도값오류 (Z-VALUE AMBIGUOUS)	- 작업화일의 ENTITY중 등고선, 수준점, 삼각점, 표고점의 Z-VALUE값이 논리에 맞지 않는 경우	- Z 값이 0이하 이거나, 20000이상인지 확인 - 계곡선이 주곡선의 Z값이 아닌지 확인 - 주곡선이 계곡선의 Z값이 아닌지 확인 - VERTEX의 Z값이 다른 VERTEX의 Z값과 틀리지 확인
5	등고선끊김오류 (CON BREAK)	- 작업화일의 ENTITY중 등고선이 도곽 내에서 끊어진 경우	- 등고선의 시작점과 끝점의 좌표가 같은지 확인 - 등고선의 시작점과 끝점이 도곽선분에 인접되어 있는지 확인
6	자료층오류 (LAYER MISS)	- 작업화일의 ENTITY중 LAYER.TBL 에 등록되어 있지 않은 형태로 입력되어 있는 ENTITY가 존재하는 경우	- ENTITY의 LAYER, TYPE이 LAYER.TBL에 등록되어 있는지 확인
7	인접자료층오류 (REF LAYER MISS)	- REF화일과 작업화일의 선형요소가 도곽선상에서 같은 좌표를 존재하고 있으나, REF화일의 요소와 작업화일 요소의 자료층이 서로 다른 경우	- 작업화일과 REF화일의 ENTITY LAYER 가 동일인지 확인 - 같은 좌표상의 REF화일과 작업화일의 ENTITY 개수가 같은지 확인
8	인접고도값오류 (REF Z-VALUE MISS)	- REF화일과 작업화일의 선형요소가 도곽선상에서 X, Y좌표는 동일하게 존재하나 Z값이 서로 다른 경우	- 작업화일과 REF화일의 Z값이 같은지 확인
9	요소부재오류 (ENTITY NONE)	- REF화일의 선형요소가 도곽선상에 존재하고 있으나, 작업화일내에 인접처리되는 요소가 존재하지 않는 경우	- 작업화일과 REF화일의 인접여부 확인 - 작업화일의 요소가 누락되지 않았나 확인

표 5. 자동검사프로그램의 오류유형(계속)

no.	오류명	원인 및 허용한계	해결방안
10	인접요소부재오류 (EDGE MATCH MISS)	- 작업화일의 선형요소가 도곽선상에 존재하고 있으나, REF화일내에 인정처리되는 요소가 존재하지 않거나, 작업화일에는 인접요소가 2개존재하지만 REF파일에서는 인정되는 요소가 1개밖에 존재하지 않는 경우	- 작업화일과 REF화일이 인접처리되어 있는지 확인 - REF화일의 ENTITY가 누락되지 않는지 확인 - 같은 좌표상에 REF화일과 작업화일 ENTITY의 개수가 서로 동일한지 확인
11	불필요요소사용오류 (USELESS ENTITY)	- 작업화일 요소중 LINE, LINE STRING, TEXT, CELL이외의 요소가 존재하는 경우	- LINE, LINE STRING, TEXT, BLOCK 이외의 ENTITY가 있는지 확인
12	문자기중점오류 (1 POINT TEXT)	- 각도가 있는 TEXT ENTITY중 2개 POINT를 갖고 있지 않는 경우	- 각도가 있는 TEXT의 JUSTIFY가 RIGHT 로 되어 있는지 확인
13	수부코드폐합오류 (WATER OPEN)	- 작업화일 ENTITY중 수부코드 ENTITY가 폐합되지 않은 경우	- ENTITY의 시작 및 끝점이 같은 위치인지 확인
14	등고선교차오류 (CON INTERSECTION)	- 등고선 상호간에 교차되는 부분이 있는 경우	- 교차되는 등고선을 찾아 원도와 맞는지 확인
15	등고선꺾임오류 (CON OVER DEGREE)	- 연속되는 등고선형의 각도가 90° 가 넘는 경우	- 벡터라이징시 큰 각도로 꺾인 선형 여부 파악
16	요소중복오류 (ENTITY DUPLICATED)	- 같은 LAYER의 자료가 중복되어 있는 경우	- 자료의 중복여부 확인
17	건물기호위치오류 (B-SYMBOL OUTSIDE)	- 주기심볼이 건물 ENTITY의 외부에 존재하는 경우	- 주기심볼 위치가 건물의 범위 안에 있는지 확인
18	등고선의 중복점 오류 (DUPLICATED POINT)	- 등고선의 VERTEX가 같은 위치에 2개 이상 있는 경우	- 그 위치에 VERTEX가 몇 개 존재하는지 확인한후, 필요없는 VERTEX는 삭제
19	등고선직선화미처리오류 (USELESS POINT)	- 연속되는 등고선형의 각도가 6° 보다 작고 길이가 3m보다 작은 경우	- 그 위치의 VERTEX를 삭제

4. 수치지도 데이터베이스의 오류 발생빈도

본 연구에서는 기 제작되어 납품된 1:5,000 국가기본도 수치지도자료를 이용하여 오류의 유형 및 발생빈도에 대하여 분석하였다. 오류빈도분석을 위한 대상지역은 시가지와 산악지가 고르게 분포되어

있는 대구지역으로 1:5,000도엽 30매(41번-70번)를 선정하였다. 대상지역의 분포는 시가지 및 교외지가 약 45%, 농경지 및 구릉지가 27%, 산악지역이 28%로 대상면적은 약 179.21km²(수계 제외)이다.

본 연구에서는 30매의 수치지도자료에 대해 육안검사와 전산코드검사에 의한 오류, 자동검사프로그램의 수행에 의해 발생된 오류 등의 발생빈도를 점검하였다.

표 6. 대구지역 물량산출표(1/5,000지형도 41번-70번)

도엽번호	시가지	교외지	농경지	구릉지	산악지	소계	물
41	0	0.13	1.44	0	4.06	5.63	0.63
42	0	1	1.88	0.19	2.44	5.51	0.75
43	4.44	0.19	0.81	0.25	0.07	5.76	0.5
44	5.45	0	0.19	0.19	0.24	6.07	0.19
45	5.32	0.13	0.06	0.13	0.18	5.82	0.44
46	3.88	0.38	1.38	0.06	0	5.7	0.56
47	1.5	0.38	3.76	0.13	0.24	6.01	0.25
48	0	0.8	4.1	0.2	1.16	6.26	0
49	0	0.25	0.94	0.25	4.63	6.07	0.19
50	0	0.25	0.5	0.19	5.19	6.13	0.13
51	0	0.44	1.06	0.13	4.5	6.13	0.13
52	3.69	0.19	0.31	0.13	1.88	6.2	0.06
53	5.95	0	0	0.13	0.18	6.26	0
54	6.2	0	0	0.06	0	6.26	0
55	5.76	0	0	0	0	5.76	0.5
56	5.76	0	0	0.19	0.31	6.26	0
57	0.31	0.31	1.06	0.19	4.08	5.95	0.31
58	0	0.44	3.13	0.19	1.56	5.32	0.94
59	1.88	0.19	3.38	0	0	5.45	0.81
60	0.44	0	4.76	0.19	0.31	5.7	0.56
61	2.25	0.13	2.75	0.13	0.94	6.2	0.06
62	3.26	0.13	1.75	0.13	0.99	6.26	0
63	4.57	0	0.25	0.13	1.25	6.2	0.06
64	4.32	0	0.56	0.13	1.25	6.26	0
65	5.57	0	0	0.13	0.18	5.88	0.38
66	1.63	0	0	0.19	4.13	5.95	0.31
67	0.19	0.19	0.63	0.19	4.93	6.13	0.13
68	0	0.44	1.94	0.5	3.13	6.01	0.25
69	0	1.88	3.07	0.13	0.93	6.01	0.25
70	0.1	1.5	4.16	0.3	0	6.06	0
합 계	72.52	9.35	43.87	4.76	48.76	179.21	8.59

여기서 시가지는 가로망이 형성되어 있고 취락, 공장, 주택, 아파트 등이 밀집되어 시가지 형태를 이룬 지역을 말한다. 교외지는 공장, 주택, 아파트 등의 분포상태가 비교적 치밀한 지역을 말하며, 농경지는 농작물 재배지역으로 식생군(논, 밭, 과수원 등)이 분포되어 있는 지역을 말한다. 또한 구릉지는 농작물 미재배지역인 산림의 분포상태가 없는 경사 5° 이내의 미개발지역을 말한다. 산악지는 산림(침엽수, 활엽수)이 형성된 지역을 말한다.

표 7. 육안검사와 전산코드검사에 의한 오류유형 및 빈도

대분류	오류유형	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1. 철도	철도선확인										
2. 하천	유수방향		1	1	1	1					
	수계										
	저수지						5				
	모래표시										
	하천										
	제방		1		1		1				
	교량					1					
3. 도로	도로		2	4		1		1			
4. 건물	심물	6	14	5	12	6	2	27	17	23	26
	건물	3	2	7	2	30	19	3	4		1
5. 지류	지류계	2				1				1	
	경지계		1						3		
	묘지	2							12		
	성절토	3				1	1				
	과수원					4	1		7		1
	논밭		2			1			2		
6. 시설물	암거							8	21		
	울타리										
	옹벽				1						
	철탑										
	담장										
	기타콘크리트										
7. 지형	등고선		3		1	1	4	4	9		
	수준점										
	삼각점	1	1			1			1		
	표고점	4	15	1	7	11		3	8		2
8. 행정경계	행정경계	1		1							
9. 주기	주기	10	1	1	3	5		5			2
	합계	32	43	19	28	63	33	51	84	24	32

표 7. 육안검사와 전산코드검사에 의한 오류유형 및 빈도(계속)

대분류	오류유형	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1. 철도	철도선확인										
2. 하천	유수방향								1		
	수계										
	저수지										
	모래표시										
	하천										
	제방	1						1			
	교량										4
3. 도로	도로	1		10	2	2	9	2	3	6	8
4. 건물	심볼	2	8	7	13	6	28	10	21	31	
	건물	4	38	17	2	10	14	8	2	14	16
5. 지류	지류계	2	1					1		3	1
	경지계								1	1	9
	묘지	4					3	2			1
	성찰토	2									
	과수원						4	1		1	
	논밭									1	
6. 시설물	암거								3	1	1
	울타리										2
	옹벽		1								
	철탑		1								
	담장				1						
	기타콘크리트		1								
7. 지형	등고선	3	4		1		1	8	2	2	
	수준점										
	삼각점	1	1				1				1
	표고점	13			1			4	3	2	
8. 행정경계	행정경계										
9. 주기	주기	3		5	25	1	3	2		12	
	합계	37	54	39	45	19	63	39	36	74	43

표 7. 육안검사와 전산코드검사에 의한 오류유형 및 빈도(계속)

대분류	오류유형	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	합 계
1. 철도	철도선확인											0
2. 하천	유수방향				1							5
	수계								1			1
	저수지											5
	모래표시											0
	하천											0
	제방			1	3	1	1		1			12
	교량											5
3. 도로	도로		1	1	3	3	1	1	3			64
4. 건물	심볼	7	5	14	17	3	33	14	49	6	2	414
	건물	3	9	2	5	6	2	9	2	4	2	240
5. 지류	지류계				2		1	3	1			19
	경지계			3	1		2	1				22
	요지	1					1	7	4			37
	성절토	1						1	1			10
	과수원						2			3	2	26
	논밭		1									7
6. 시설물	암거							1			1	36
	울타리		1									3
	옹벽											2
	철탑											1
	담장			1		2						4
	기타콘크리트											1
7. 지형	등고선	3		6	1		5	5	9	1		73
	수준점			1								1
	삼각점				2		2					12
	표고점		6	1	1	1	5	8	5	4		105
8. 행정경계	행정경계		2									3
9. 주기	주기	9	2	1	7	1	3	4	3	4	1	113
합 계		24	27	32	42	17	58	54	79	22	8	1221

표 7에 나타난 바와 같이 육안검사와 전산코드검사에 의해 대상지역의 오류를 검사한 결과 총 1,221 개의 오류가 검색되었으며, 레이어별로 오류발생빈도를 보면 대상지역의 특성에 따라 시가지와 교외지가 차지하는 비중이 높은 지역이 포함되어서인지 건물레이어의 오류 비율이 전체의 54%를 차지하며, 등고선을 포함하는 지형레이어에서도 16%의 오류가 발생하였으며, 그 이외의 레이어에서는 비슷한 빈도수준의 오류가 발생하였다.

표 8. 자동검사프로그램의 유형별 오류빈도

오류 유형	오류소계	레이어별 오류 수								
		철도	하천	도로	건물	지류	시설물	지형	행정경계	주기
1	10913		6	700	9269	155	8	719		56
2	193		9	71	48	13		52		
3	187				179		8			
4	24						24			
5	422					20		402		
6	43				2	15		22		4
7	61		3	30	18	2		7	1	
8	6							6		
9	301	5	20	88	49	14		124	1	
10	371	5	22	115	74	17	2	134	2	
11	8			2				6		
12	71							20		51
13	0									
14	0									
15	81							81		
16	15		1		1	1		11		1
17	1				1					
18	49							49		
19	1024							1024		
합계	13770	10	61	1006	9641	237	42	2657	4	112

표 8에 나타난 바와 같이 자동검사프로그램에 의해 대상지역의 오류를 검사한 결과 총 13,770개의 오류가 검색되었으며, 레이어별 오류분석에서는 대상지역의 특성에 따라 건물레이어와 등고선을 포함하는 지형레이어 및 도로레이어 순으로 오류가 많이 발생하였다.

또한, 본 연구에서 설정한 19개 오류유형별 분석에서는 총 오류의 70% 이상이 기준선초과오류로 나타났다. 다음으로는 등고선과 관련된 19, 5번 오류가 많았고, 인접화일과의 요소오류(9, 10)도 많이 나타났다.

이상과 같은 자동검사프로그램의 오류검색을 통해 레이어별로는 건물, 지형(등고선 관련), 지류의 오류가 많았으며, 오류유형별로는 육안검사와 전산코드검사를 통해서는 파악할 수 없는 기준선초과 및 미달오류와 등고선 관련 오류 및 인접화일과의 관계에서 발생하는 오류가 주종을 이뤄 본 연구를 통해 얻어진 오류의 유형 및 오류발생빈도 자료를 잘 활용하게 되면 검사를 위한 자료의 샘플링기법을 도입할 수 있게 되어 향후 제작될 수치지도자료의 품질 확보에 기여할 수 있음을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 국가기본도 수치지도 데이터베이스의 품질을 확보하기 위해 수치지도 데이터베이스 제작시에 발생하는 제반 오류 등의 유형별 발생빈도를 파악해보는 연구로 본 연구의 수행 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 수치지도제작 과정에서 발생하는 오류를 점검하기 위해서는 육안검사와 전산코드검사 및 자동검사프로그램에 의한 검사가 상호보완적인 관계로 이루어져야만 수치지도 데이터베이스에 포함되어 있는 제반 오류들을 파악해 낼수 있음을 알 수 있었다.
2. 기 제작된 수치지도자료의 육안검사와 전산코드검사 및 자동검사프로그램을 통해 수치지도제작 과정에서 주로 발생하는 오류유형을 파악하여 개별 검사단계별 오류유형에 대한 파악이 가능하였다.
3. 본 연구에서는 육안검사와 전산코드검사 및 자동검사프로그램에 의해 검사된 오류유형별 발생빈도를 파악해 볼 수 있었다.
4. 본 연구에서 파악된 각 단계별 오류유형에 대한 오류발생빈도를 파악함으로써 수치지도제작시에 흔히 발생하는 오류에 대한 구체적인 수량을 파악할 수 있었으며, 이에따른 지형적인 특성과의 상관관계에 대한 연구를 진행한다면 지형적 특성에 따른 오류 발생빈도를 예측하여 향후 제작되는 수치지도자료를 검사할 경우 데이터베이스를 샘플링하는데 있어서 일정한 기준을 제시하여 저비용 고효율의 데이터베이스 품질확보 방안을 마련하는데 기여할 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 제시된 수치지도 데이터베이스의 발생오류에 대한 수량화는 향후 제작될 각종 데이터베이스의 오류검사시에 참고가 될 것으로 보이며, 향후 좀 더 많은 항목의 오류를 발견해낼 수 있는 자동검사 프로그램이 개발된다면 좀 더 고효율의 품질확보방안이 마련될 수 있을 것으로 기대되며 이에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 과학기술원, 지리정보시스템, 과학기술원, 1993
2. 국토개발연구원, 국가지리정보체계 구축방안 연구, 국토개발연구원, 1995
3. 국립지리원, 수치지도작성작업내규, 국립지리원, 1995

4. 국토개발연구원, 국가기본도 수치지도화 방안 연구, 국토개발연구원, 1996
5. 신동빈, 수치지도제작에서의 자료오류 유형, 한국지형공간정보학회 '97 학술발표회 개요집, 한국지형공간정보학회, 1997
6. 신동빈 외 3인, 국가기본도 수치지도제작 데이터베이스의 품질확보에 관한 연구, 한국측지학회지, 제15권, 제1호, pp.117-129, 1997
7. 유 근 배, 지리정보론, 상조사, 1992
8. 유 복 모, 지형공간정보론, 동명사, 1994
9. 한국통신(선로기술연구소), 수치지도 정밀도 검증용 도구개발, 한국통신, 1995
10. Keith Turner,A., Three-Dimensional Modeling with Geoscientific Information System, 1992
11. Antenucci,J.C.et al., Geographic Information System:A Guide to the Technology, Van Nostrand Reinhold, 1991
12. AUTODESK, AutoLISP Programmer's Reference Manual, 1992
13. INTERGRAPH, MircoStation 참조안내서, 1994
14. Jerroid E. Marsden and Anthony J. Tromba, VECTOR CALCULUS, 1980
15. Robert Laurini and Derek Thompson, Fundamentals of Spatial Information System, 1991