

## 수치지도 자료기반구축 개선모형에 관한 연구 A Study on Improved Model of Digital Basemap Database

유복모\* · 신동빈\*\*

Yeu, Bock-mo · Shin, Dong-bin

### 요 旨

부가가치가 큰 대규모 공공자료인 국가기본도 수치지도 자료기반의 고품질을 확보하고, 수치지도제작에서 발생할 수 있는 각종 오류들을 효율적으로 탐색할 수 있는 개선된 수치지도제작 모형을 구현하였다. 이를 위해 기존에 제작된 수치지도를 분석하고 수치지도 상에 포함될 수 있는 각종 오류를 대분류 자료층으로 구분하여 유형화하고, 유형화된 오류들을 탐색하기 위해 자동오류탐색 프로그램과 전산부호검사 프로그램을 개발하였으며, 순수육안탐색방법을 체계화하여 오류탐색방법에 따라 탐색 가능한 오류들을 범주화하였다. 수치지도제작 개선모형을 구현하기 위해 연구한 결과, 수치지도 제작과정에서 발생할 수 있는 각종 오류들이 체계적으로 탐색됨으로써, 수치지도 제작 공정별로 오류가 감소된 수치지도 자료기반의 구축이 가능하게 되었으며, 수치지도 자료기반의 오류가 최소화되어 품질이 향상됨을 확인할 수 있었다.

### ABSTRACT

This study provides a improved model of digital basemap production that can efficiently identify and correct the various errors generated in digital map production process. In order to fulfill the requirements that the new model calls for, this study provides a typology of errors by analyzing the errors in digital basemap data. Computer programs for automatic error searching and for checking the correctness of the digital codes in the data have also been developed. Exsiting visual error-checking process has also been analyzed and more systematic process is suggested. As a result, it is found that the improved model of digital basemap production suggested in this study contributes to improving the quality of the digital map database by providing a systematic method for efficient error-searching and correction of digital map data.

## 1. 서 론

수치지도는 기존의 종이지도에 비해 복잡한 전산자료 형태를 갖게 된다. 따라서 수치지도로부터 위치정보를 추출하거나 다른 종류의 수치정보 등과 결합시켜 활용하기 위해서는 수치지도의 사용자가 신뢰할 수 있는 신뢰성 있는 수치지도가 제작되어야 한다.<sup>1)</sup>

국내의 수치지도는 현재 지도제작 담당기관인 국립지리원의 각종 법률, 지침 등을 기본으로 하여 제작되고 있다. 제작된 수치지도 상에는 지침의 이해나 파악의 부족에서 오는 문제와 더불어 제작자의 기술력 부족, 장비의 성능 부족 등 여러 가지 원인들이 복합적으로 작용되어 다양한 오류(error)들이 발생할 수 있다.

수치지도제작을 담당하는 생산자와 제작된 수치지도를

사용하는 이용자가 분리되는 국내의 현실로 인해 그간 생산된 수치지도의 품질에 관한 연구가 미흡하였으며, 단지 사용자 측면에서 수치지도를 효율적으로 활용하기 위한 활용체계에 관련된 연구가 주를 이루었다.

본 연구에서는 기존의 수치지도제작 과정을 개선하여 수치지도의 품질을 향상시킬 수 있는 수치지도제작 개선 모형을 구축하고자 하였다. 이를 위해 기존의 수치지도 제작과정에서 발생하는 각종 오류를 체계적으로 유형화하고, 그 특성에 따른 탐색방법을 제시함으로써 발생 가능한 오류들을 최소화하여 수치지도제작과정의 문제점을 개선하고자 하였다.

## 2. 수치지도 및 품질관리

### 2.1 수치지도의 오류

수치지도를 포함한 공간자료에 내재된 오류에 관해서는 일반적으로 자료의 품질(data quality)이라는 관점에서

\*연세대학교 공과대학 토목공학과 교수

\*\*국토연구원 GIS연구센터 연구원

접근한다. 자료의 품질에 관해서는 산업공학에서 다양한 정의를 내리고 있으나, 미국의 국가수치지도 자료표준 기획위원회(DCDSTF)가 채택한 정의를 따르면 '사용의 적합성(fitness for use)'이라고 정의될 수 있다. '품질'이라는 용어가 가치중립적인데 비해 '오류'라는 용어는 일반적으로 부정적인 것으로 인식되고 있다. 그러나 결국 이 두 내용은 같은 현상을 표현하는데 있어서의 방식의 차이일 뿐이다.

본 연구의 대상은 원시자료의 정확도가 아니라 원시자료를 수치지도화 하는 과정에서 발생하는 오류이며, 당연히 탐색되고 추출되어 수정되어야 할 '제작과정상의 오류' 혹은 '부가적 차원의 오류'라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 오류를 "원시자료를 수치지도화 하는데 있어서 원시자료의 요소 중 정확하게 수치지도로 변환되지 못한 요소"라고 정의한다.<sup>2)</sup>

## 2.2 수치지도의 품질 특성

자료의 유용성에 영향을 끼치는 특성은 다음과 같은 위치정확도, 속성정확도, 논리적 일관성, 완결성, 자료의 이력으로 나누어 볼 수 있다.<sup>3)</sup>

### 2.2.1 위치정확도

위치정확도(positional accuracy)는 실제 지상위치로부터 지도상의 자료요소내에 포함되는 대상물의 지리적인 위치에 대해 요구되는 사항이다. 대개 정해진 방법대로 몇 개의 특정한 점들을 선택하여 정확한 정보원으로부터 추출한 좌표값과 비교하는 것이다.

### 2.2.2 속성정확도

속성정확도(attribute accuracy)는 자료 구조내 메타자료 요소의 해석 및 표현이 올바른지를 측정하는 것이다.

속성은 이산 또는 연속 변수이다. 이산변수는 유한한 수의 값을 갖는데 반해 연속변수는 연속되는 값들 중 어떤 값을 가질 수 있다. 온도 또는 사람의 신장에 대한 평균과 같은 변수들은 연속적이며, 이 변수는 모든 값을 가질 수 있으므로 중앙값들이 의미를 지니게 된다.

### 2.2.3 논리적 일관성

논리적 일관성(logical consistency)은 자료요소들 간에 논리적 연관관계가 얼마나 잘 구성되어 있는가를 나타낸다. 논리적 일관성은 위치정확도나 속성정확도에 기준에 적합하더라도 발생될 수 있는 문제점이다. 논리적 일관성은 표준화된 관측기준이 없다. 또한 논리적 일관성은 많은 도형요소들 간의 관계에서 발생하는 문제이므로

이에 대한 계량화된 관측을 이루는 것은 상당히 어려운 일이다.

### 2.2.4 완결성

완결성은 커버리지의 완결성, 분류의 완결성, 검증의 완결성으로 구분해 볼 수 있다.

여기서 커버리지의 완결성은 관심 있는 분야의 응용을 위해 활용될 수 있는 자료의 비율을 나타낸다. 일정한 자료는 모든 응용분야의 활용에 가능하도록 가공되어 제공되지 못하며, 또는 속성자료가 모두 가공되어 있지 못한 경우가 대부분이다. 이상적으로는 100% 완성된 형태의 커버리지를 제공해야 하지만, 그렇지 못하고 활용을 위해서는 자료의 가공이 필요하다.

### 2.2.5 자료의 이력

자료의 이력(lineage)이란 자료요소들의 생성역사를 나타내는 것으로 자료원, 자료의 생성을 위한 자료처리 과정에 관한 내용이 포함된다. 자료원에는 자료변환을 위한 기록, 현장조사 기록, 항공사진, 다른 지도 등이 포함된다. 자료처리 과정에는 초기의 개략적인 약도제작에서부터 정밀한 사진측량장비인 해석도화기를 활용한 작업 내용까지 포함하게 된다. 자료의 이력은 경우에 따라 특별한 활용체계를 구축하기 위한 자료를 선정하는데 있어 중요한 판단자료가 될 수 있다.

## 2.3 수치지도제작

기존의 수치지도 제작과정을 분석하고, 그 작업과정에 대한 이해를 기반으로 개선 방향을 모색하고자 한다. 개선방향의 수립을 위해서는 기존의 작업과정에 대한 세부적인 이해가 필요하며, 개선되어야 하는 작업과정에 대한 세부적인 해결모형을 제안해야 한다.

본 절에서는 수치지도 자료의 신뢰성을 향상시키기 위해 기존 제작과정에 대한 분석을 수행한다.

### 2.3.1 수치지도 제작공정의 분석

수치지도제작은 수치지도작성작업규칙(건설교통부령 제 17호 '95. 5. 29)에 의거하여 컴퓨터를 이용한 수치도화, 지도입력 등 지형·지물을 수치자료로 취득하여 표준부호 및 표준도식에 의해 목적에 따라 정위치편집과 구조화편집 또는 도면제작편집을 수행하는 것을 의미한다.<sup>4,5)</sup>

따라서, 수치지도제작은 대상지역의 상태 및 축척에 따라 소요정확도를 유지하기 위해 그림 1과 같은 복잡한 과정으로 수행되며, 이들로부터 입력, 편집, 출력, 수정된 수치지도는 그대로 이용하거나 변환과 검색이 가능하고,

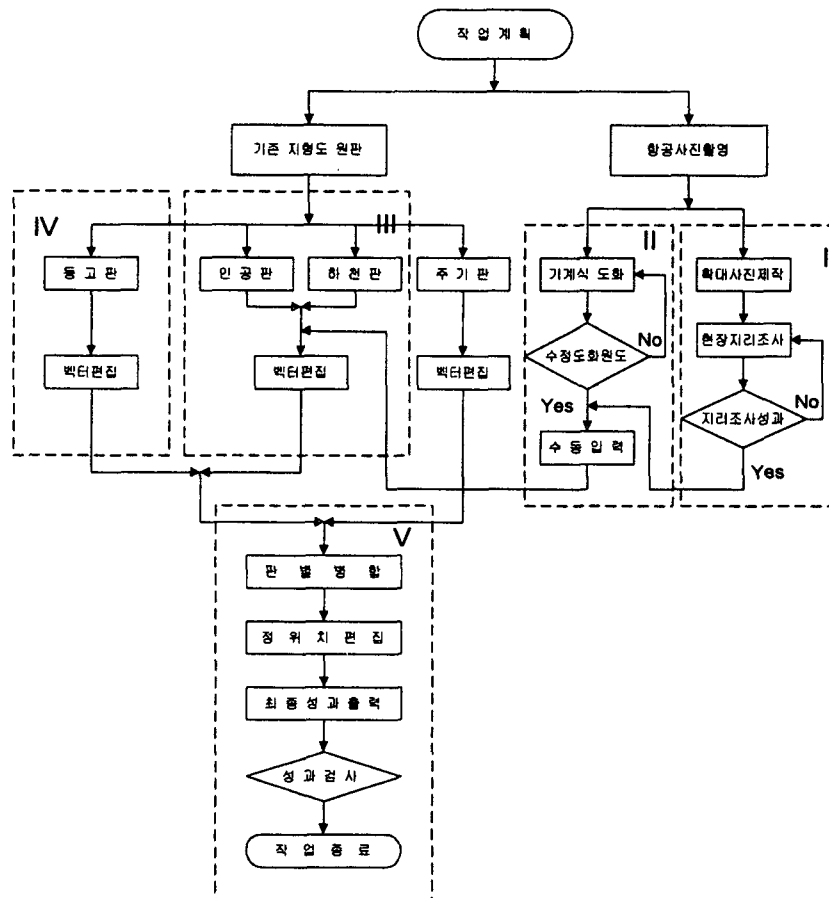


그림 1. 수치지도제작의 현행 공정

다른 종류의 자료와 조합하여 각종 형식의 지도를 만들 수 있어 건물, 도로, 하천, 지형 등으로 구조화된 자료기반의 구축이 가능하다.

그림 1에서 나타난 바와 같이 수치지도 제작과정은 기존 지도입력과 촬영된 항공사진을 통해 작업이 이루어지는 수정도화 및 현지지리조사로 분류할 수 있으며, 이들 성과를 편집하는 정위치편집 및 구조화편집으로 나눌 수 있다.

일반적으로 지도자료의 입력은 신속이 없는 원판을 이용하여야 하며, 표준부호 및 표준도식에 의거하여야 한다. 수동독취기에 의한 입력은 4점 이상의 기준점을 이용하여야 하며, 표정오차는 도상 0.2mm 이내여야 한다. 또한, 자동입력작업은 표준 자료층부호에 따라 자료층 별로 입력하는 것을 원칙으로 하며 벡터자료로 변환하여야 하고 수정된 벡터자료는 표준지형부호를 부여하여야 한다.

본 연구에서는 이와 같은 수치지도 제작과정 중 축척 1:5,000의 국가기본도를 대상으로 기존 지형도의 입력과 지형 및 지물정보의 최근화를 위해 수정도화를 수행한 수정도화 원도와 현장지리조사정보를 정위치편집하는 수치지도 제작과정을 분석하여 작업형태별 세부지침을 파악함으로써 제작과정에서 발생할 수 있는 오류를 파악해 내는 기준으로 설정하였다.

이와 같은 수치지도제작 현행 공정상의 제반 문제점을 해결할 수 있는 수치지도제작의 개선모형을 그림 2와 같이 제시하여 이에 대한 연구를 진행하고자 한다.

### 3. 수치지도오류의 구분 및 탐색

#### 3.1 수치지도 제작공정의 세부분석

수치지도의 제작공정은 여러 단계의 작업을 거치게 된

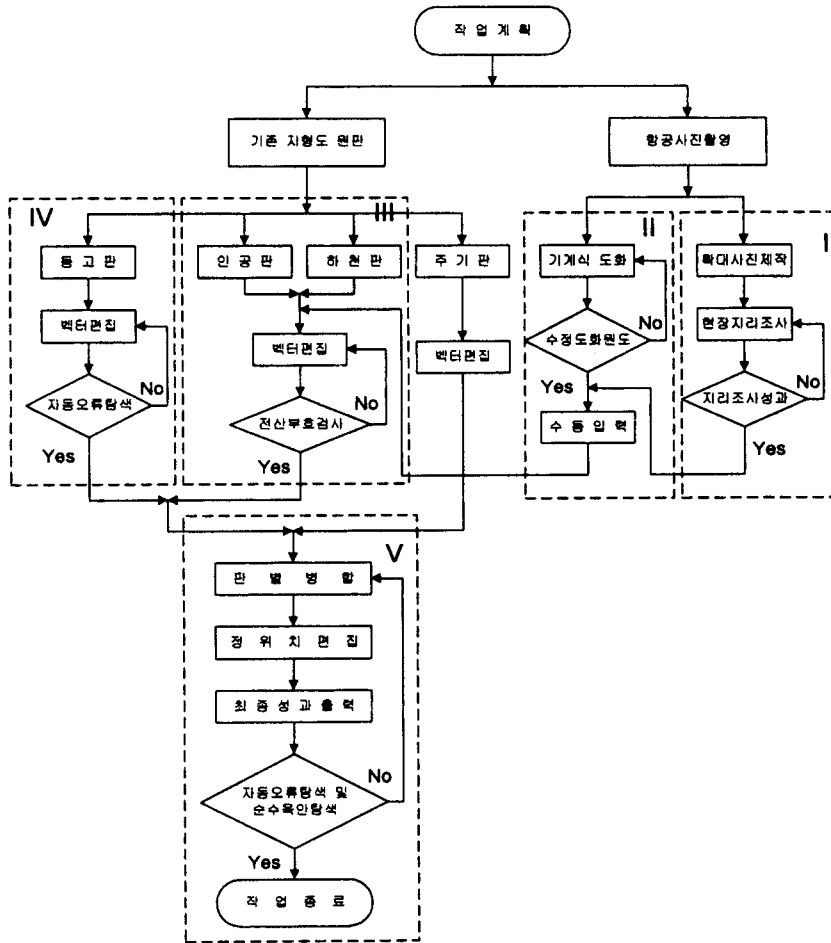


그림 2. 수치지도제작의 개선 모형

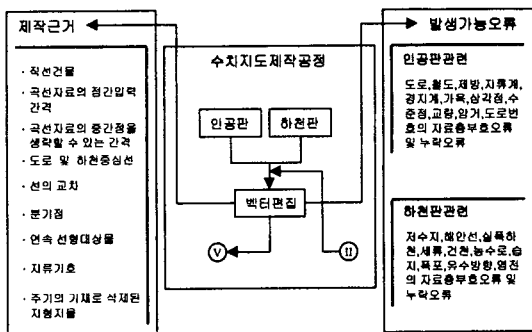


그림 3. 수치지도 제작공정의 세부분석(제 II 단계 공정)

다. 이러한 작업공정을 거치면서 발생되는 오류에 대해 파악하기 위해서는 각 공정을 수행하는 근거와 오류발생 요인에 대한 세부적인 분석이 필요하다. 따라서 다음과

같은 수치지도 제작공정의 세부분석을 수행하였다.

### 3.1.1 인공판과 하천판의 벡터편집

그림 3은 인공판과 하천판의 벡터편집을 수행하는 공정이다. 이 과정에서는 현장지리조사 성과와 수정도화원도의 수동독취성적을 토대로 인공판과 하천판의 벡터편집을 수행하게 된다. 그 과정에서 발생 가능한 오류와 제작근거에 대해 그림으로 나타내었다.

### 3.1.2 등고판의 벡터편집

그림 4는 등고판의 벡터편집을 수행하는 공정이다. 이 과정에서는 등고판을 벡터편집 할 때 발생할 수 있는 오류와 그 제작근거에 대해 그림으로 나타내었다.

### 3.1.3 판별병합 및 정위치편집

그림 5는 판별병합 및 정위치편집을 수행하는 과정이다. 이 과정에서는 각 판별로 제작된 내용을 병합하고

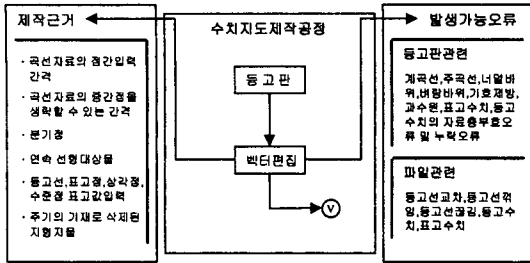


그림 4. 수치지도 제작공정의 세부분석(제 IV 단계 공정)

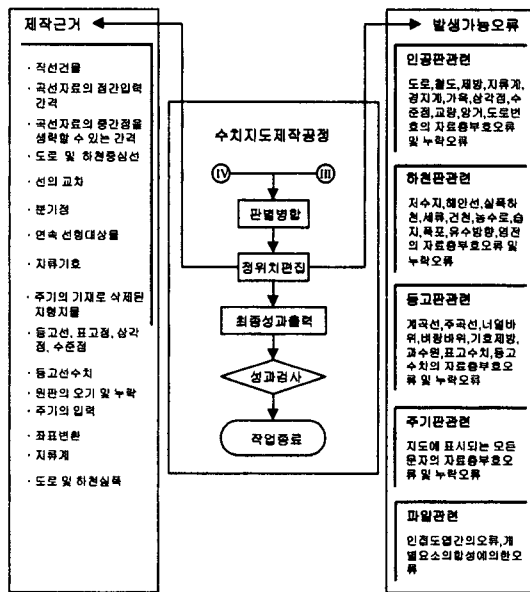


그림 5. 수치지도 제작공정의 세부분석(제 V 단계 공정)

정위치편집을 수행할 때 발생할 수 있는 오류와 그 제작 근거에 대해 그림으로 나타내었다.

### 3.2 수치지도 오류의 구분

수치지도를 제작하는 데에는 많은 제작단계를 거쳐야 하며 각 단계에서 상당히 많은 오류들이 최종 제작된 수치지도에 포함될 수 있다. 수치지도 상에 포함될 가능성이 있는 오류를 유형화하기 위해서는 수치지도 제작과정에서 발생 가능한 오류들을 검토하고 이를 확인하여야 한다. 수치지도를 제작하는 과정에서 발생할 수 있는 오류들이 많다는 것에 대해서는 모두가 인식하는 사항이지만 어떠한 오류들이 구체적으로 발생되는가에 대해서는 명확하게 구분 지어 설명하는 것이 쉽지 않다. 그러나

어떤 형태로 발생되더라도 항상 오류는 존재하게 된다.

이러한 오류들에 대해 좀 더 명확한 구분이 가능하도록 본 연구에서는 수치지도제작과정에서 발생할 수 있는 오류에 대한 파악을 한 후 표 1과 같이 오류의 구분을 시도했다.<sup>6-8)</sup>

### 3.3 오류특성별 탐색모형 설정

수치지도제작에서 발생하는 오류를 수정하기 위해서는 오류의 탐색이 선행되어야 하며 오류의 특성에 따라 효율적인 탐색방법이 적용되어야 한다. 본 연구에서는 수치지도제작과정에서 발생한 오류를 탐색하기 위해 3가지 오류 탐색방법으로 구분하였다. 자동화된 실행파일에 의해서 오류를 탐색할 수 있는 자동오류탐색과 기존의 육안탐색 방법의 활용 및 육안탐색 방법이 가지는 시간적, 경제적 한계를 해결하기 위한 전산부호검사를 조화시켜 활용할 수 있다. 다음의 표 1에서는 오류의 탐색방법 및 탐색방법별 오류유형의 범주화를 하였다. 여기에서 육안탐색은 오류를 탐색하기 위해 전산파일을 AutoCAD 영상면에서 확인하는 작업과 출력도면의 오류를 탐색하는 작업을 함께 지칭한다.

수치지도의 오류를 탐색하기 위해 자동오류탐색과 육안탐색 방법으로 구분하였으며, 육안탐색 방법은 자료충부호의 입력오류를 탐색하는 전산부호검사와 순수육안탐색에 의한 방법의 순서로 적용하였다.<sup>2,6-8)</sup>

#### 3.2.1 자동오류탐색

자동오류탐색을 수행하기 위해 수치지도제작에 필요한 관련법규와 지침 등을 분석하였으며, 20종의 오류를 탐색하고자 하였다. 20종의 오류는 관련법규와 지침에 근거하여 수치지도제작 기준이 명확하거나, 전산파일의 구조상 자동화된 프로그램으로 처리가 가능한 오류만을 선정하였다.

#### 3.2.2 육안탐색

육안탐색에 의한 오류탐색 방법은 전산부호검사에 의한 방법과 순수육안탐색 방법을 모두 포함한다.

##### 가. 전산부호검사

수치지도작성 작업규칙 도식규정에 의해 주요 자료충부호에는 고유색상이 부여된다.

따라서 수치지도 상의 자료충부호와 그에 대응하는 고유색상을 비교함으로써 자료충부호 입력과정에서의 오류를 탐색할 수 있다. 전산부호검사는 자료충부호의 탐색을 주목적으로 한다.

표 1. 수치지도자료오류의 탐색방법별 오류구분

오류구분	자동오류탐색	육안탐색	
		전산부호검사	순수육안탐색
철도오류		· 철도부호입력오류	· 철도선누락오류
하천오류	· 수부부호폐합오류	· 하천부호입력오류	· 유수방향오류 · 수계선누락오류 · 저수지경계선오류 · 모래표시오류 · 하천누락오류 · 제방누락오류 · 교량누락오류
도로오류		· 도로부호입력오류	· 도로선폐합오류 · 도로선연결오류 · 도로선논통과오류 · 도로선번호누락오류 · 도로중심선누락오류 · 도로선누락오류 · 도로선건물통과오류 · 도로폭오류
건물오류	· 건물폐합오류 · 건물기호위치오류	· 건물부호입력오류	· 건물형태오류 · 건물크기오류 · 건물유무오류 · 건물심불오류
지류오류		· 지류부호입력오류	· 지류계누락오류 · 경지계누락오류 · 성절토표시오류 · 경지계접합오류 · 묘지누락오류 · 묘지위치오류 · 지류심불오류
시설물오류		· 시설물부호입력오류	· 암거누락오류 · 울타리위치오류 · 옹벽누락오류 · 철탑누락오류 · 담장오류 · 기타콘크리트구조물오류
지형오류	· 고도값오류 · 등고선끊김오류 · 등고선교차오류 · 등고선꺾임오류 · 등고선의중복점오류 · 등고선과도로각도오류		· 등고선건물통과오류 · 등고선직선화미처리오류 · 등고선수부부호통과오류 · 등고선논통과오류 · 등고수치누락오류 · 표고점수치누락오류 · 삼각점누락오류 · 표고점위치오류 · 표고점수치오기 · 수준점누락오류
행정경계		· 행정경계부호입력오류	· 행정경계선위치오류
주기오류	· 문자기준점오류	· 주기부호입력오류	· 주기누락오류 · 주기내용오류 · 주기위치오류 · 주기간격오류
기타오류	· 자료층오류 · 불확실요소사용오류 · 요소중복오류 · 도곽선초과미달오류 · 인접자료층오류 · 인접고도값오류 · 인접요소부재오류		

나. 순수육안탐색

표 1의 오류유형 중에서 본 연구에서 제작된 자동오류탐색 프로그램에 의해 탐색과정을 자동화할 수 있는 오류와 전산부호검사 프로그램에 의해 탐색될 수 있는 오류를 제외한 나머지는 순수육안탐색에 의한 방법으로 오류를 탐색하여야 한다. 순수육안탐색에 의한 방법은 주로 자료의 표기나 누락에 의해 발생하는 오류 및 자료층 입력오류 등을 탐색하는데 적용된다.

이는 기존 지형도, 수정도력도면을 중첩하여 지형도와 수정도화원도 상의 지형지물이 최종 출력도면에서 잘못 표기되었거나 누락 여부를 라이트테이블 상에서 검사하거나 전산기의 영상면상에서 수치지도파일의 내용을 확인하는 방법이다. 사소한 심볼의 누락이나, 표고값 표기 오류 등의 탐색은 이 방법에 의하여 이루어질 수 있다. 순수육안탐색에 의해 탐색할 수 있는 주요 오류의 유형은 앞의 표 1에 제시된 바 있다. 앞에서 설명한 바와 같이 순수육안탐색이 필요한 오류들은 자동오류탐색 프로그램 혹은 반자동의 전산부호검사 프로그램에 의한 탐색이 불가능하므로 이들의 체계적인 탐색이 이루어져야 한다.

**4. 오류특성별 탐색방법의 검증**

오류의 유형별 탐색방법을 적용하기 위해 현재 제작 중인 1/5,000 국가기본도에 대한 수치지도 중 국립지리원에서 제작된 물량표에 근거하여 총 223도엽(중복도엽 존재)을 선택하였다. 연구대상 도엽의 선택기준은 물량구분별로 상위값을 가진 50도엽이상을 선정하는 것으로 하였으며, 물량별 분포는 시가지 50도엽, 교외지 50도엽, 농경지 50도엽, 구릉지 50도엽, 산악지 50도엽이며, 그 중에서 중복되는 도엽이 27도엽 존재한다. 대상지역의 면적분포는 시가지 및 교외지가 11%, 농경지 및 구릉지가 33%, 산악지역이 56%로 대상면적은 약 1340.05 km<sup>2</sup>(수계제외)이다. 탐색방법의 적용은 자동오류탐색 프로그램, 육안탐색에 의한 방법, 육안탐색 방법의 보완적인 탐색

방법으로 전산파일과 출력도면을 이용하여 자료층부호(layer code)의 입력오류를 탐색하는 전산부호검사 프로그램에 의한 방법의 순으로 적용하였다.<sup>26)</sup>

**4.1 자동오류탐색 프로그램에 의한 오류탐색**

본 연구에서는 수치지도 상의 오류를 효율적으로 탐색하기 위해 자동오류탐색 프로그램을 제작하였다. 본 연구에서 제작된 프로그램은 수치지도제작에 주로 이용되는 자료의 전산파일 구조를 분석함으로써 파일 내에서 수치지도작성 작업규칙에 규정된 점, 선, 면 및 문자의 요소들이 꼭 필요한 자료구조만을 사용하여 제작되었는지를 검사하며, 상하 좌우 최대 4개의 인접도면을 자동 검사할 수 있도록 설계하였다. 또한, 오류의 내용을 외부 파일로 만들어 오류의 내용 및 수에 대한 확인이 가능하도록 하였으며, 수치지도 상에서 오류의 발생위치를 쉽게 판독할 수 있도록 오류가 발생된 위치를 원으로 표시하는 DXF파일을 생성하도록 설계하였다. 수치지도 상의 오류 탐색에 있어서 본 연구에서 제작한 프로그램을 적용한 결과 표 2에 나타난 바와 같이 20종의 오류유형에 대한 탐색을 자동화 할 수 있었다.

표 2는 자동오류탐색 프로그램의 오류에 대해 고유번호를 부여한 것이다. 자동오류탐색 프로그램을 활용한 경우에 발견된 오류의 총 개수는 92,152개이다. 기존의 육안탐색 방법으로 동일한 오류의 유형을 발견한 총 개수는 17,738개이다. 자동오류탐색 프로그램의 오류빈도 대비 육안탐색 오류빈도를 오류탐색율이라 하면, 오류를 탐색하는데 소요되는 시간적 요인을 고려하지 않더라도 약 519%의 오류탐색율을 확인할 수 있다.

**4.2 육안탐색에 의한 방법**

육안탐색에 의한 오류탐색 방법은 전산부호검사 프로그램에 의한 방법과 순수육안탐색의 방법을 모두 포함한다.

**4.2.1 전산부호검사 프로그램에 의한 오류탐색**

수치지도작성 작업규칙 도식규정에 의해 주요 자료층

**표 2. 자동오류탐색 프로그램의 오류 번호**

no	오류명	no	오류명	no	오류명	no	오류명
1	도곽선초과미달오류	6	건물폐합오류	11	등고선꺾임오류	16	건물기호위치오류
2	인접자료층오류	7	등고선수부코드통과오류	12	등고선의 중복점 오류	17	문자기준점오류
3	인접고도값오류	8	등고선도로자도오류	13	등고선직선화미처리오류	18	자료층오류
4	인접요소부재오류	9	등고선건물통과오류	14	등고선끊임오류	19	요소중복오류
5	수부코드폐합오류	10	등고선교차오류	15	고도값오류	20	불확실요소사용오류

부호에는 고유색상이 부여된다. 따라서 수치지도 상의 자료층부호와 그에 대응하는 고유색상을 비교함으로써 자료층부호 입력과정에서의 오류를 탐색할 수 있다. 전산부호검사는 자료층부호의 탐색을 주목적으로 한다. 본 연구에서는 자료층부호 탐색을 자동화하기 위해 전산부호검사 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 수치지도제작에 이용되는 AutoCAD 프로그램 내에서 직접 운용될 수 있도록 하기 위해 LISP 언어를 이용하였으며, 수치지도를 구성하는 자료층부호 중에서 활용도가 높은 59개의 자료층부호에 대해 오류를 탐색하도록 설계하였다.

#### 4.2.2 순수육안탐색에 의한 방법

표 1의 오류유형 중에서 본 연구에서 제작된 자동오류탐색 프로그램에 의해 탐색과정을 자동화할 수 있는 오류와 전산부호검사 프로그램에 의해 탐색될 수 있는 오

류를 제외한 나머지는 순수육안탐색에 의한 방법으로 오류를 탐색하여야 한다. 순수육안탐색에 의한 방법은 주로 자료의 표기나 누락에 의해 발생하는 오류 및 자료층 입력오류 등을 탐색하는데 적용된다. 이는 기존 지형도, 수정도화원도, 그리고 최종 출력도면을 중첩하여 지형도와 수정도화원도 상의 지형지물이 최종 출력도면에서 잘못 표기되었거나 누락되었는지의 여부를 라이트테이블 상에서 검사하거나 컴퓨터 영상면상에서 수치지도파일의 내용을 확인하는 방법이다. 사소한 심볼의 누락이나, 표고값 표기오류 등의 탐색은 이 방법에 의하여 이루어질 수 있다.

순수육안탐색방법에 의해 수치지도의 오류를 검사한 결과 총 12,457개의 오류가 검색되었으며, 자료층별로 오류발생빈도를 보면 지류계 관련 자료층의 오류가 31.50%

표 3. 수치지도 제작공정의 오류 탐색방법 적용 구분

공정구분	자동오류탐색	육안탐색		
		전산부호검사	순수육안탐색	
P판+W판벡터편집공정 (P판:인공판 W판:하천판)		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도부호입력오류</li> <li>· 하천부호입력오류</li> <li>· 도로부호입력오류</li> <li>· 건물부호입력오류</li> <li>· 지류부호입력오류</li> <li>· 시설물부호입력오류</li> <li>· 행정경계부호입력오류</li> </ul>		
C판벡터편집공정 (C판:등고판)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 등고선교차오류</li> <li>· 등고선꺾임오류</li> <li>· 등고선의중복점오류</li> <li>· 등고선직선화미처리오류</li> <li>· 등고선끊김오류</li> <li>· 고도값오류</li> </ul>			
판별병합 및 정위치 편집 공정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 도곽선초과미달오류</li> <li>· 인접자료층오류</li> <li>· 인접고도값오류</li> <li>· 인접요소부재오류</li> <li>· 수부부호폐합오류</li> <li>· 건물폐합오류</li> <li>· 등고선수부부호통과오류</li> <li>· 등고선도로각도오류</li> <li>· 건물기호위치오류</li> <li>· 문자기준점오류</li> <li>· 자료층오류요소</li> <li>· 중복오류</li> <li>· 불확실요소사용오류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주기부호입력오류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도선누락오류</li> <li>· 수계선누락오류</li> <li>· 하천누락오류</li> <li>· 제방누락오류</li> <li>· 교량누락오류</li> <li>· 도로선번호누락오류</li> <li>· 도로중심선누락오류</li> <li>· 도로선누락오류</li> <li>· 지류계누락오류</li> <li>· 경지계누락오류</li> <li>· 묘지누락오류</li> <li>· 암거누락오류</li> <li>· 옹벽누락오류</li> <li>· 철탑누락오류</li> <li>· 유수방향오류</li> <li>· 저수지경계선오류</li> <li>· 모래표시오류</li> <li>· 도로선폐합오류</li> <li>· 도로선연결오류</li> <li>· 도로선논통과오류</li> <li>· 도로선건물통과오류</li> <li>· 도로폭오류</li> <li>· 건물형태오류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물크기오류</li> <li>· 건물유무오류</li> <li>· 건물심볼오류</li> <li>· 경지계첩합오류</li> <li>· 묘지위치오류</li> <li>· 성철도표시오류</li> <li>· 지류심볼오류</li> <li>· 울타리위치오류</li> <li>· 담장오류</li> <li>· 기타콘크리트구조물오류</li> <li>· 등고선논통과오류</li> <li>· 등고수치누락오류</li> <li>· 삼각점누락오류</li> <li>· 수준점누락오류</li> <li>· 표고점수치누락오류</li> <li>· 표고점위치오류</li> <li>· 표고점수치오류</li> <li>· 행정경계선오류</li> <li>· 주기누락오류</li> <li>· 주기내용오류</li> <li>· 주기위치오류</li> <li>· 주기간격오류</li> </ul>



를 차지했으며, 건물 자료층의 오류가 27.24%, 지형관련 18.15% 등이 발생되었다.

## 5. 결과 및 고찰

### 5.1 오류유형과 제작과정

표 1에서와 같이 오류의 탐색방법별 구분을 한 후 제작단계별 발생 오류에 대해 구분할 수 있었다. 제작 단계별 오류를 탐색방법별로 구분해서 표로 정리하면 다음의 표 3과 같다.

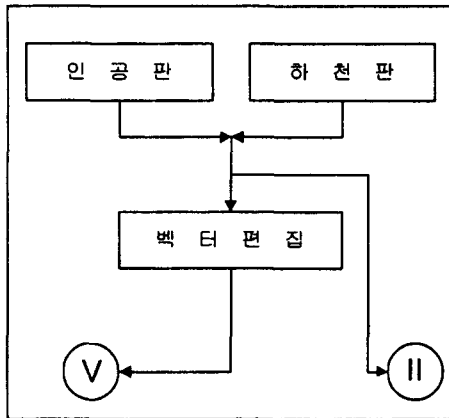
### 5.2 수치지도 제작과정의 개선

개선된 모형과 기존의 모형을 단계별로 비교해 보면 다음 그림 6과 같다.

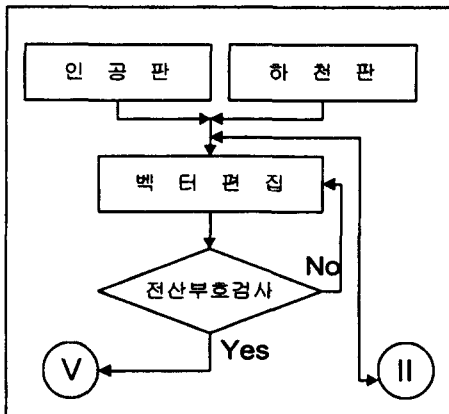
그림 6은 수치지도제작 전체공정 중 제 III 단계 공정

의 개선된 내용을 나타낸다. 벡터편집은 수치지도작성작업내규 제 2장 제 3절에 근거하여 수행되며, 현행작업모형상 인공판과 하천판의 벡터편집은 거의 동시에 수행되나, 오류를 검증하는 과정은 생략되어 있다. 제 III 단계 공정에서는 인공판에 포함되는 지형지물과 하천판에 포함되는 지형지물에 대한 오류가 발생할 수 있다. 제 III 단계 공정에 포함될 수 있는 오류는 도로, 철도, 제방, 지류, 경지, 가옥, 저수지, 해안선, 하천, 농수로 등으로 여러 가지 지형지물에 대한 오류발생 가능성이 있으나 현행 작업 모형에는 이러한 오류를 해결하는 과정이 누락되어 있다. 수치지도제작 개선 모형에서는 본 연구에서 개발된 전산부호검사 과정을 추가함으로써 제 III 단계 공정의 제작과정에서 발생하는 오류를 감소시킬 수 있었다.

그림 7은 수치지도제작 전체공정 중 제 IV 단계 공정의 개선된 내용을 나타낸다. 등고판의 벡터편집과정은 다

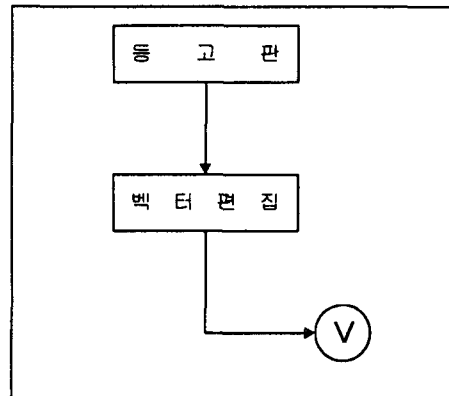


a. 기존 모형

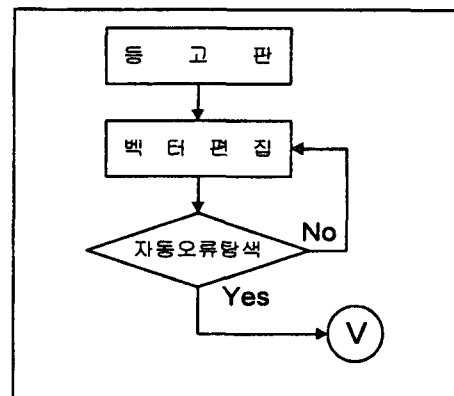


b. 개선 모형

그림 6. 제 III 단계 공정의 개선



a. 기존 모형



b. 개선 모형

그림 7. 제 IV 단계 공정의 개선

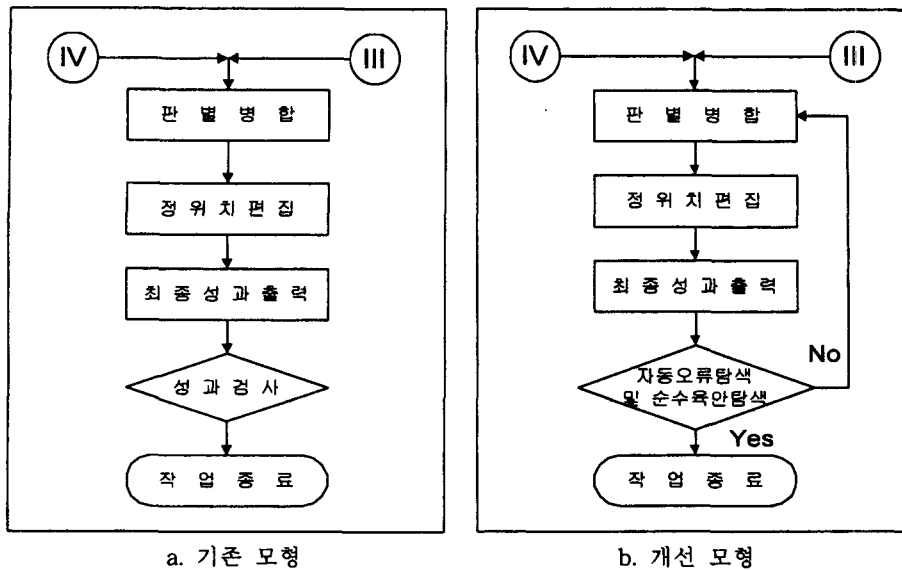


그림 8. 제 V 단계 공정의 개선

른 판의 작업에 비해 독립적으로 이루어진다. 이는 다른 제 I, II, III 단계 공정의 작업결과에 많은 영향을 받지 않기 때문이다. 그러나 다른 공정에 비해 작업량이 많고, 따라서 오류발생 가능성이 크나, 현행 작업모형에는 오류를 해결하는 과정이 누락되어 있다. 수치지도제작 개선 모형에서는 본 연구에서 개발된 자동오류탐색 프로그램에 의한 검사 과정을 추가하여 제 IV 단계 공정의 제작과정에서 발생하는 오류를 감소시킬 수 있었다.

그림 8은 수치지도제작 전체과정 중 제 V 단계 공정의 개선된 내용을 나타낸다. 현행 작업모형에 의하면 최종성과의 출력이 이루어진 후 성과검사를 진행하게 된다. 성과검사를 진행하여 오류가 발견되면, 그 오류를 없애기 위한 과정으로 피드백 해야 한다. 그러나 지금 현재 모형에서는 오류가 발견되더라도 어느 단계로 피드백 해야 하는가를 명확히 할 수가 없다. 그 이유는 오류에 대한 체계적인 구분이 없이 주관적인 판단을 하였기 때문이다. 수치지도제작 개선 모형에서는 본 연구에서 개발된 자동오류탐색 프로그램에 의한 검사 과정과 순수육안탐색 과정을 추가함으로써 제 V 단계 공정의 제작과정에서 발생하는 오류를 감소시킬 수 있었다.

## 6. 결 론

본 연구는 수치지도 자료기반의 오류가 최소화되는 수

치지도 자료기반구축 개선모형에 관한 연구로서, 본 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론이 도출되었다.

1. 수치지도제작 과정에서 발생될 수 있는 각종 오류들을 체계적으로 탐색하고 수정할 수 있는 수치지도제작 개선 모형이 제작되었다.
2. 수치지도상의 오류를 탐색하기 위해 자동오류탐색 프로그램을 제작하고 이를 적용한 결과 20가지 유형의 오류에 대한 탐색을 자동화할 수 있었으며, 전산부호검사 프로그램을 제작하여 적용한 결과 주요 자료층부호에 대한 오류를 탐색할 수 있었다.
3. 수치지도제작 과정 중에 발생되는 오류를 점검하기 위해서 순수육안탐색과 전산부호검사 및 자동오류탐색 프로그램에 의한 검사가 상호보완적인 관계로 수행됨으로써 수치지도 자료기반에 포함되어 있는 제반 오류들이 감소되어, 수치지도 자료기반의 품질이 향상되었다.

## 참고문헌

1. 유복모, 지형공간정보론, 동명사, 1994, pp. 538-542.
2. 신동빈, "수치지도 자료기반의 신뢰성 향상에 관한 연구," 박사학위논문, 연세대학교 대학원, 1999.
3. Aronoff, S. Geographic Information Systems : A Management Perspective, WDL Publications, 1989, pp. 1-45, 103-188.
4. 국립지리원, 수치지도작성작업규칙, 1995.

5. 국립지리원, 수치지도작성작업내규, 1995.
6. 신동빈, “국가기본도 수치지도 자료기반의 오류발생 빈도에 관한 연구,” 한국지형공간정보학회 학술발표회 개요집, 1997, pp. 1-16.
7. 유복모, 신동빈, “국가기본도 수치지도 오류발생빈도의 분석연구,” 한국지형공간정보학회 논문집, 제 5권, 제 2호, 1997. pp. 13-27.
8. 유복모, 신동빈, “수치지도자료의 오류 유형분류 및 탐색방법확립에 관한 연구,” 대한토목학회논문집, 제 18권, 제 III-3호, 1998. pp. 329-340.
9. 신동빈, 김제영, 정문섭, 국가기본도 수치지도화 방안 연구, 국토개발연구원, 1996, pp. 55-72.
10. Robinson, A. H., Sale, R. D. and Morrison, J. L., Elements of Cartography, John Wiley & Sons, Fourth Edition, 1978, pp. 1-31.
11. Aronoff, S., Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, 1989, pp. 1-45, 103-188.
12. Chrisman, N. R., “The Error Component in Spatial Data,” in D. J. Maguire, M. F. Goodchild, and D. W. Rhind(eds.), Geographical Information Systems-Principles and Applications, Longman Scientific & Technical, Vol. 1, 1991, pp. 165-174.
13. Flowerdew, R., “Spatial Data Integration,” in D. J. Maguire, M. F. Goodchild and D. W. Rhind(eds.), Geographical Information Systems-Principles and Applications, Longman Scientific & Technical, Vol. 1, 1991, pp. 375-387.