

# 1:5,000 수치지도 선형사상의 정확도 측정

박수홍 · 김현석

(인하대학교 지리정보공학과 전임강사 · 인하대학교 지리정보학과 석사과정)

## 1. 서론

국가 기본도를 전산화한 수치지도는 공공기관과 민간부문에서 다양한 분야의 기본 자료로 활용되고 있다. 특히 대축척의 수치지도 즉, 1:1,000과 1:5,000 수치지도는 지리정보시스템(GIS) 구축에 있어 가장 기본적인 데이터로 활용되고 있으며 각종 주제도의 기본도면으로 사용되고 있다.

우리나라 수치지도의 정확도는 제작단계별로 허용되는 오차범위에 대한 기준만 설정이 되어 있어 최종 산출물에 대한 종합적이고 객관적인 정확도 기준이 없는 실정이다. 따라서 수치지도의 사용자가 사용하고자 하는 수치지도의 위치 정확도를 평가하기가 쉽지 않다. 특히 대축척 수치지도의 선형사상, 예를 들어 도로, 하천, 철도 등은 도시정보시스템(UIS)과 시설물관리시스템(FM) 등에서 빈번히 사용되나 위치 정확도의 측정이 내재적인 복잡성으로 점 사상에 비해 어려운 실정이다.

본 연구에서는 1:5,000 수치지도 선형사상의 위치 정확도를 평가하는 방법을 개발하였다. 구체적으로 위치정확도의 측정은 기존에 제작되어 있는 1:1,000 수치지도와의 비교에 의해 이루어졌으며 선형사상 중에서도 가장 활용도가 높은 도로사상을 선택하였다. 정확도 측정은 서울의 세 지역(강남, 강북, 마포의 각 1:5,000 1도엽)의 도로사상에 대해서 이루어졌다.

## 2. 수치지도 선형사상의 정확도 측정 연구동향

### 1) 국내외 연구사례

Goodchild and Hunter(1997)는 상대적으로 정확도가 높은 선형사상(참조 데이터)에 일정 크기의 버퍼(입실론 밴드의 개념)를 생성하고 측정하고자하는 동일 선형사상(측정 데이터)을 중첩시켜 버퍼내에 속하는 선형사상의 길이의 비율로써 위치정확도를 평가하는 방법을 고안하였다. 또한 Tveite and Langaas(1999)는 참조 데이터와 측정 데이터의 선형사상 모두에 버퍼를 생성하여 포함되는 면적의 비율로써 정확도를 평가하는 방법을 제시하였다. 그러나 두 연구는 소축척의 수치지도를 대상으로 하였고 해안선이나 철도와 같은 단선(single line)으로 표현 가능한 선형사상에만 적용될 수 있는 단점을 지니고 있다.

박수홍 · 구자용(1999)은 Goodchild and Hunter(1997)의 방법을 대축척 수치지도 선형사상에 적용할 때 발생할 수 있는 문제점을 분석하고 이를 해결할 수 있는 방법을 제시하였다. 그러나 이 연구에서는 비교적 소규모 지역에 대한 정확도 측정이 이루어졌으며, 정확도 분석과정 중에서 전처리 과정이 수작업으로 이루어져야 하기 때문에 대규모 지역에 적용하기에는 어려운 단점이 있다.

본 연구에서는 박수홍 · 구자용(1999)의 연구결과를 기반으로 대축척 수치지도의 선형사상에 적용할 수 있는 자동화된 위치 정확도 측정방법을 개발하였다.

### 2) 1:5,000과 1:1,000 수치지도의 제작방법과 이론적 정확도

수치지도의 제작은 크게 기존지도로부터 스캐너나 디지털라이저를 이용하여 수치화하는 방법과 항공사진측량이나 현지측량을 통해 직접 수치화하는 방법으로 나눌 수 있다. 기존의 지도로부터 수치지도를 제작하는 방법은 경비가 적게 들고 단시간내에 수치데이터를 획득할 수 있다는 장점이 있지만 기존지도의 제작 시점에 따라 최신의 정보가 반영되어 있지 않는 경우가 많기 때문에 정확도가 상대적으로 떨어진다는 단점을 가진다. 반면에 항공사진측량에 의한 제작방법은 도화에 필요한 지상기준점 측량과 촬영을 비롯하여 각 부분별로 전문화된 인력과 장비를 통해 이루어지기 때문에 정확도와 균일성이 보장된다는 장점이 있지만 기존 지도를 수치화하는 방법에 비해 많은 경비와 시간이 소요된다는 단점이 있다.

현재 우리나라에서의 1:5,000 수치지도는 기존에 발간된 지도를 사용하여 스캐닝과 벡터라이징에 의해 제작되었고 1:1,000 수치지도는 대부분 항공사진의 해석도화에 의해 신규로 제작되었다. 따라서 1:1,000 수치지도는 1:5,000 수치지도 보다 상대적으로 위치정확도가 높다고 볼 수 있다. 실제로 국립지리원(1998)은 1:1,000과 1:5,000의 수치지도에서 각각 일정수의 점을 추출하여 도면상의 위치와 실제 현지의 위치를 비교 분석하였다. 이를 분석한 결과 1:5,000 수치지도의 수평위치 오차는  $\pm 5.42m$ 로 나타났으며, 1:1,000 수치지도의 수평위치 오차는  $\pm 0.66m$ 로 나타났다.

### 3. 수치지도 선형사상의 정확도 측정 방법

수치지도 선형사상의 위치정확도 측정방법은 전처리 과정과 분석과정의 두 부분으로 나누어진다. 전처리과정의 주요한 부분은 대상지역의 동일한 선형사상 즉, 1:5,000과 1:1,000의 동일한 도로를 찾는 과정이다. 이는 흔히 map conflation 등에서 사용되는 feature matching과 유사한 개념이다. 전처리과정에서 1:5,000과 1:1,000 수치지도의 도로사상이 매칭되면 정확도 분석 단계로 진행되는 데 여기에서는 1:1,000 수치지도 도로사상에 일정한 크기의 버퍼를 생성하고 여기에 1:5,000 수치지도 도로사상을 중첩하여 포함되는 길이의 비율로서 정확도를 측정하였다.

본 연구에서는 위치 정확도 측정의 전 과정을 Visual Basic과 Arc/Info ODE를 사용하여 개발된 프로그램에 의해 수행하였다.

#### 1) 전처리과정

전처리 과정에서는 1:1,000과 1:5,000에 존재하는 동일한 선형사상(도로)을 찾아 동일한 ID를 부여하고(매칭) 이를 이후의 위치정확도 측정에서 사용하였다. 기존의 map conflation을 위해 개발된 매칭기법들은 선형사상의 구배, 각도, 길이, 거리 등 복잡한 계산방법에 의해 이루어져 수행시간이 많이 소요되어 적용하기가 쉽지 않고 본 연구에서처럼 1:5,000과 1:1,000의 매칭 관계가 1 대 다의 관계를 가지는 경우에 적용하기가 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 매칭을 위한 새로운 알고리즘을 개발하였는데 이는 참조 데이터인 1:1,000의 도로에 대해 일정 크기의 버퍼를 생성하여 측정 데이터인 1:5,000의 도로와 중첩하였다. 중첩된 1:5,000의 도로 중에서 버퍼내의 길이가 가장 긴 도로가 1:1,000 수치지도와 매칭되는 도로이다. 이 방법은 비교적 단순하고 1:5,000 수치지도에 오차가 많은 경우에도 적용이 가능하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 최적의 버퍼 크기를 설정하기 위해 3개의 연구지역에 대해 버퍼의 크기를 변화시키며 적중률을 분석하였다(표 1). <표 1>에서와 같이 버퍼의 크기가 10m에서 12.5m(마포구의 경우) 사이에서 가장 좋은 결과를 보이고 있으며 정확도는 98% 이상이다.

< 표 1> 버퍼의 크기와 매칭 정확도

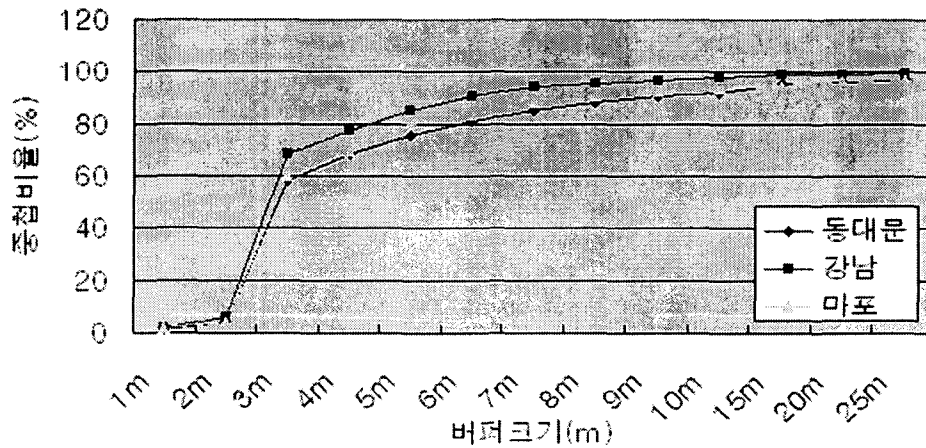
지역 \ 버퍼의 크기	7.5m	10m	12.5m
동대문	99.00%	99.00%	98.00%
강남구	99.40%	99.76%	99.52%
마포구	98.05%	98.29%	98.41%

본 연구에서는 버퍼의 크기를 10m로 설정하였고, 잘못 매칭되었거나, 매칭이 안된 도로에 대해서는 수작업을 통하여 수정하였다.

## 2) 정확도 분석

본 연구에서는 서울시 1:5,000 수치지도 중에서 가장 도로가 반듯한 지역(강남 1 도엽), 가장 도로의 굴곡이 심한 지역(강북 1 도엽), 중간 지역(마포 1도엽)등 3가지 유형으로 연구 지역을 구분하여 정확도 분석을 실시하였다. 세 지역에 대한 각각의 1:1,000 수치지도 25 도엽을 정확도 분석을 위한 참조 데이터로 사용하였다.

정확도는 전처리 과정에서 산출된 매칭 ID를 기준으로 두 수치지도에서 동일한 도로를 추출하고 이 중에서 1:1,000 도로에 일정 크기의 버퍼를 형성하여 1:5,000 도로를 중첩하여 버퍼내 속한 1:5,000의 길이를 비율로 측정하였다. 아래의 그림 1은 버퍼의 크기가 증가함에 따라 버퍼내에 속하는 길이의 비율변화를 나타내고 있다.



<그림 1> 버퍼의 크기에 따른 중첩 길이의 변화

<그림 1>에서 최상위 곡선은 강남을, 중간 곡선은 마포를, 최하위 곡선은 동대문의 정확도를 나타내고 있으며 2m에서 3m사이에서 길이의 비율이 급증하며 점차 완만한 형태를 보여주고 있음을 알 수 있다. 그림 1에서 도로가 반듯한 강남 지역의 비율이 상대적으로 가장 높은 것을 알 수 있으며, 도로가 복잡한 강북 지역이 가장 낮은 비율을 나타냄을 알 수 있다. 또한 본 연구에서는 비율의 분포를 정규분포로 가정하여  $1\sigma$  (68.3%),  $1.6449\sigma$  (90.0%),  $1.960\sigma$  (95%),  $2.965\sigma$  (99.9%)에 해당하는 버퍼의 크기도 조사하였다.

현재 우리나라에는 최종 성과물의 수치지도에 대한 정확도 기준이 없는 관계로 미국의 지도 정확도 기준인 90%에서 95%를 분석결과에 적용한다면 연구지역에 대한 위치 정확도(오차의 범위)는 아래의 <표 2>와 같다.

<표 2> 길이비율과 버퍼의 크기

지역 비율(%)	동대문	강남	마포
90.0%	8.76m	5.78m	7.59m
95.0%	14.67m	7.73m	12.56m

#### 4. 결론

본 연구는 서울 지역을 대상으로 1:1,000 수치지도를 이용하여 1:5,000 수치지도 선형사상(도로)의 위치 정확도 측정방법을 개발하고 분석하였다. 위치 정확도의 분석은 서울시 지역 중에서 도로의 복잡성 정도에 따라 세 지역을 선정하여 실시하였다. 선정된 세 지역이 서울시 전역에 걸쳐 작성된 1:5,000 수치지도를 완벽하게 대표한다고는 볼 수 없으나 나머지 도엽들도 세 지역과 유사할 것으로 판단되며 위치 정확도 수준도 이와 유사할 것으로 예상된다.

연구 지역들에 대한 위치 정확도를 종합해 볼 때 기준을 90%로 설정할 경우 세 지역의 1:5,000 도로사상은 평균적으로 7m 내외의 오차를 가지고 있고 95%인 경우에는 약 11m 정도의 오차를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 유형별로는 강남지역과 같이 도로의 형태가 단순하고 반듯한 경우가 가장 오차가 적었고 동대문 지역과 같이 복잡한 경우에 가장 많은 오차를 보이고 있음을 알 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- 국립지리원, 1998, 수치지도 위치정확도에 관한 연구  
 박수홍, 구자용, 1999, 수치지도 도로사상의 위치정확도 측정방법, 한국 GIS 학회지, 제7권 제1호, pp.119-131  
 Goodchild, M. F. and G. J. Hunter, 1997, A simple positional accuracy measure for linear features, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 11, No. 3, pp.299-306  
 Tveite, H. and S. Langaas, 1999, An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 13, No. 1, pp.27-47