

부동산관리를 위한 수치지형도자료의 자리표변환방법

최동륜, 리금수, 윤순철

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《국토와 자원, 도시와 농촌의 건물과 시설물을 잘 관리하려면 그에 대한 등록대장을 만들어 놓고 국가부동산의 실태를 정상적으로 조사등록하여 그것을 손금 보듯 환히 꿰들고 있어야 합니다.》(《김일성전집》 제33권 8페이지)

수치지형도자료는 공간정보하부구조의 하나로서 GIS의 중요한 기초자료로 된다.

우리 나라에서 지형도를 작성할 때 리용된 측지계와 ITRF측지계사이에는 일정한 차이가 있다.

GRS-80자리표계는 종전의 자리표계에 비하여 공간자료의 획득, 유지, 관리가 편리하며 높은 정확도를 보장할수 있게 한다.

따라서 우리는 기존의 자리표계를 기준으로 제작된 1 : 1 000, 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 등 축척과 자리표계가 각이한 수치지형도자료들을 GRS-80자리표계자료로 변환시키는 문제를 연구하였다.

1. 수치지형도자료의 자리표계변환방법

수치지형도자료의 자리표계변환은 측지자리표계로부터 GRS-80자리표계로 변환하는 경우와 평면직각자리표계로부터 GRS-80자리표계로 변환하는 경우가 있다.

수치지형도자료의 자리표계변환과정은 변환에 필요한 기준점의 설정, GRS-80자리표계로의 변환으로 이루어진다.

1) 기준점설정

종이지형도, 고분해능위성화상 등에서 지형도작성당시의 기준점들을 설정하고 그 점들에서의 지형도작성당시의 측지계 및 GRS-80자리표계에 대한 자리표값들을 표본자료로 리용하는것이 가장 좋다. 그렇지 못한 경우 종이지형도, 고분해능위성화상 등에서 전국각지에 균등분포되도록 기준점들을 설정한다.

수치지형도는 제작당시에 리용된 기준점자료의 특성으로 기본변환만으로는 정확도보장이 불가능하므로 위치정확도를 보장하기 위해 GRS-80자리표계로 변환시킨 다음 외곡량을 보정하여야 한다. 외곡량이란 기준점의 기준측지계자료를 자리표변환과정을 거쳐 변환했을 때의 GRS-80자리표계자료와 GPS관측을 통해 측정한 GRS-80자리표계자료와의 차이를 말한다.

외곡량의 모형화 및 보정은 기준점에 포함된 우연오차와 자리표변환에 포함된 수학적 한계에 의하여 발생하는 오차 등을 제거하여 GRS-80자리표계기준으로 변환된 수치지형도의 정확도를 높이기 위해 진행되는 과정이다.

외곡량을 다음과 같이 보정하였다.

먼저 GRS-80자리표계기준의 평면직각자리표와 기존측지계의 자료를 변환된 평면직각자리표계상의 X 축과 Y 축의 자리표차이성분인 외곡량(ΔX , ΔY)을 따로 계산하였다.

다음으로 자리표변환에 리용되는 파라미터들의 정확성 그리고 앞으로 진행될 변환의 믿음성을 보장하기 위하여 모든 기준점의 외곡량을 평가하여 큰 오차를 가진 기준점을 제거한다. 큰 오차를 가진 기준점의 제거는 X 축, Y 축별로 분석하여야 하며 1개의 축에서라도 정확도기준을 초과하는 경우 그 점을 제거한다. 큰 오차를 가진 기준점의 제거기준으로는 통계학적으로 믿음구간을 설정하며 외곡량이 믿음구간을 벗어나거나 기준점으로 리용하기가 곤란한 기준점은 제거한다. 여기서는 구체적으로 평면직각자리표계의 외곡량(ΔX , ΔY)이 기준정확도보다 크면 그 기준점을 제거하였다.

ΔX , ΔY 계산과정은 다음과 같다.

$$\overline{X_1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{1i}, \overline{Y_1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{1i}, \overline{X_2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{2i}, \overline{Y_2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{2i}$$

$$X'_{1i} = X_{1i} - \overline{X_1}, Y'_{1i} = Y_{1i} - \overline{Y_1}, X'_{2i} = X_{2i} - \overline{X_2}, Y'_{2i} = Y_{2i} - \overline{Y_2}, \Delta X = X'_{1i} - X'_{2i}, \Delta Y = Y'_{1i} - Y'_{2i}$$

기준점과 기준점사이의 거리는 등간격으로 설정하는것이 원칙이지만 불가피한 경우도 있다. 고르롭게 분포되지 않은 기준점중에서 특정한 점때문에 변환에서 오차가 많이 생기는것을 막기 위해 편중된 기준점을 찾아내어 그 자료를 제거한다. 여기서는 린접한 점들사이의 평균거리가 일정한 한계내에 들어가는 점들만을 선택하도록 한다.

2) GRS-80자리표계으로의 변환

두 측지계에 기준하여 계산된 자료를 얻을수 있는 경우 다시말하여 우리 나라 1 : 25 000, 1 : 50 000 등의 수치지형도자료와 GRS-80자리표계기준의 고분해능위성화상자료가 있는 경우 측지자리표계로부터 GRS-80자리표계으로의 변환을 실시한다.

GRS-80자리표계으로의 변환은 기존측지계의 자리표를 GRS-80자리표계기준의 자리표로 변환하는것으로서 아래의 단계를 거쳐 변환하여야 한다

① 기준점에 의한 7파라미터결정

우에서 보여준 기준점설정방법에 따라 정확한 기준점을 선택한다.

기존측지계의 경위도를 기존측지계의 3차원지심직각자리표로 변환하는 식은 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} X_{gk} &= (N_k + H_k) \cos B_k \cos L_k \\ Y_{gk} &= (N_k + H_k) \cos B_k \sin L_k \\ Z_{gk} &= [N_k (1 - e_k^2) + H_k] \sin B_k \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

GRS-80자리표계의 경위도를 GRS-80자리표계의 3차원지심직각자리표로 변환하는 식은 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} X_{gw} &= (N_w + H_w) \cos B_w \cos L_w \\ Y_{gw} &= (N_w + H_w) \cos B_w \sin L_w \\ Z_{gw} &= [N_w (1 - e_G^2) + H_w] \sin B_w \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

여기서 $N_k = \frac{a_k}{\sqrt{1-e_k^2 \sin B_k}}$, $N_w = \frac{a_G}{\sqrt{1-e_G^2 \sin B_w}}$, $e_k^2 = \frac{a_k^2 - b_k^2}{a_k^2}$, $e_G^2 = \frac{a_G^2 - b_G^2}{a_G^2}$, $a_G = 6$

378 137m, $b_G = 6 356 752.314$ m, $a_k = 6 378 245.000 00$ m, $b_k = 6 356 863.018 77$ m이다.

기준점에 의한 7파라미터결정과정은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} X_{gw} \\ Y_{gw} \\ Z_{gw} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix} + S \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & Z_{gk} & -Y_{gk} \\ -Z_{gk} & 0 & X_{gk} \\ Y_{gk} & -X_{gk} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_X \\ \gamma_Y \\ \gamma_Z \end{bmatrix} \quad (3)$$

여기서 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ 는 선요소, $\gamma_X, \gamma_Y, \gamma_Z$ 는 각요소, S 는 축척요소이다.

결수행렬은 1개 기준점에 대하여 다음과 같이 구성된다.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & Z_{gk} & -Y_{gk} & X_{gk} & X_{gw} - X_{gk} \\ 0 & 1 & 0 & -Z_{gk} & 0 & X_{gk} & Y_{gk} & Y_{gw} - Y_{gk} \\ 0 & 0 & 1 & Y_{gk} & -X_{gk} & 0 & Z_{gk} & Z_{gw} - Z_{gk} \end{pmatrix}$$

이 결수행렬을 가지고 표준방정식을 작성하여 7파라미터에 대한 풀이를 구한다.

② 7파라미터에 의한 지역자료의 전환

GRS-80자리표계의 3차원지심직각자리표를 GRS-80자리표계의 경위도로 변환하는 식은 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} B_G &= \arctan \left(\frac{Z_G + e_G'^2 b_G \sin^3 \theta}{P - e_G'^2 a_G \cos^2 \theta} \right) \\ L_G &= \arctan \left(\frac{Y_G}{X_G} \right) \\ H_G &= \left(\frac{P}{\cos B_G} - N_G \right) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

여기서 $P = \sqrt{(X_G^2 + Y_G^2)}$, $\theta = \arctan \left(\frac{Z_G a_G}{P b_G} \right)$, $e_G'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$ 이다.

기존측지계에 기준하여 계산된 자료만 얻을수 있는 경우 다시말하여 우리 나라 1 : 10 000수자지형자료와 GRS-80자리표계기준의 고분해능위성화상자료가 있는 경우 평면직각자리표계로부터 GRS-80자리표계으로의 변환을 실시한다.

우에서 보여준 기준점설정방법에 따라 정확한 기준점을 선택하고 GRS-80자리표계의 경위도를 GRS-80자리표계의 평면직각자리표로 변환한다.

그리고 GRS-80자리표계의 직각자리표자료를 1 : 10 000평면직각자리표자료로 아핀 변환(2차다항식변환)하여 자리표정합을 실시한다.

$$\left. \begin{aligned} X_2 &= a_0 + a_1 X_1 + a_2 Y_1 + a_3 X_1^2 + a_4 X_1 Y_1 + a_5 Y_1^2 \\ Y_2 &= b_0 + b_1 X_1 + b_2 Y_1 + b_3 X_1^2 + b_4 X_1 Y_1 + b_5 Y_1^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

결수행렬은 기준점개수가 6개일 때 다음과 같이 구성된다.

$$\begin{pmatrix} 1 & X_{11} & Y_{11} & X_{11}^2 & X_{11}Y_{11} & Y_{11}^2 & X_{21} \\ 1 & X_{12} & Y_{12} & X_{12}^2 & X_{12}Y_{12} & Y_{12}^2 & X_{22} \\ 1 & X_{13} & Y_{13} & X_{13}^2 & X_{13}Y_{13} & Y_{13}^2 & X_{23} \\ 1 & X_{14} & Y_{14} & X_{14}^2 & X_{14}Y_{14} & Y_{14}^2 & X_{24} \\ 1 & X_{15} & Y_{15} & X_{15}^2 & X_{15}Y_{15} & Y_{15}^2 & X_{25} \\ 1 & X_{16} & Y_{16} & X_{16}^2 & X_{16}Y_{16} & Y_{16}^2 & X_{26} \end{pmatrix}$$

이 결수행렬을 가지고 표준방정식을 작성하여 12개의 결수들을 계산한다.

그리고 식 (5)에 의하여 기준측지계의 평면직각자리표를 GRS-80자리표계의 직각자리표자료로 전환한다.

끝으로 평면직각자리표를 GRS-80자리표계의 경위도로 변환시킨다.

2. 정확도평가

정확도평가는 GRS-80자리표계로 변환된 수치지형도가 요구되는 정확도를 만족시키는가를 검열하기 위하여 변환된 수치지형도상에 검사점을 설정하고 측정한 다음 정확도를 검열하는 과정을 말한다.

수치지형도의 자리표변환후 필요한 정확도가 보장되어야 하므로 GRS-80자리표계로 변환된 다음 자료검열을 진행하여야 하며 변환된 자료는 정확도허용범위내에 있어야 한다. 요구되는 정확도가 보장되지 않는 경우 수치지형도를 새로 제작하는 등 다른 방안을 찾아야 한다.

원래 변환된 수치지형도의 변환정확도를 평가하기 위해서는 변환된 수치지형도상에서 명확하게 확인되는 위치를 선정하여 야외측량을 진행하여야 한다.

여기서는 야외측량을 진행하지 못하는 경우에 컴퓨터상에서 GRS-80자리표계자료와 변환된 수치지형도상의 자리표계자료를 측정하고 그 차를 분석하여 정확도를 평가하였다.

변환된 수치지형도의 정확도기준은 1 : 10 000자료인 경우 오차가 $\pm 4m$, 1 : 25 000자료인 경우 $\pm 10m$ 이다. 검사결과는 변환된 자료들이 허용오차범위내에 들어간다는것을 보여주었다.

맺는 말

자리표변환에 포함된 오차를 최대한으로 줄이면서 GRS-80자리표계기준으로 변환된 수치지형도의 정확도를 높이기 위해서는 자리표계변환때 나타나는 외곡량에 대한 모형화 및 보정에 대한 보다 정확한 방법을 도입하여 연구를 더욱 심화시켜야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김택수 등; 위치결정체계, 김일성종합대학출판사, 31~36, 주체96(2007).
[2] 김철호; 측량학, 김일성종합대학출판사, 128~135, 주체97(2008).

주체103(2014)년 2월 5일 원고접수

The Coordinate Translation Method of Digital Topographical Map Data for Real Estate Management

Choe Tong Ryun, Ri Kum Su and Yun Sun Chol

We researched about the method to implement data matching between multi-scale digital map and between digital map and satellite image by translating multi-scale digital topographical map into GRS-80 coordinate system using seven parameters translation method.

And in order to check whether the translated digital topographical map satisfies with the accuracy required, we set up GCP points on the translated digital topographical map, measured the accuracy, and made it useful to build map database for real estate management.

Key words: real estate, digital topographical map, coordinate translation