

변환파라미터에 의한 지도투영변환방법

정경석, 김은화

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 나라의 경제발전과 인민생활향상에서 전망적으로 풀어야 할 문제들과 현실에서 제기되는 과학기술적문제들을 풀고 첨단을 돌파하여 지식경제건설의 지름길을 열어놓아야 합니다.》

GIS에 의한 지도작성에서는 우리 나라에서 측지기준면으로 리용되고있는 크라썃스끼타원체(Pulkovo-1942)의 측지학적요소들과 일반적으로 리용되고있는 위성자료들에 토대한 WGS-84타원체의 측지학적요소들이 서로 다르므로 측지학적변환과정을 반드시 동반하게 된다.[1, 2]

우리는 ArcGIS 10.1에서 변환파라미터를 리용하여 지도투영변환을 창조하고 응용하는 방법에 대하여 연구하였다.

1. 측지기준계변환과 지도투영의 정의

1) 변환파라미터의 결정

우리 나라에서 지도작성에 리용되고있는 측지학적기준계와 투영법으로서는 크라썃스끼타원체(Pulkovo-1942)에 기초한 가우스-크루겔(Gauss Kruger)투영법이다. 한편 위성사진 자료들을 포함하여 지표면에 대한 자료들이 토대하고있는 기준계로서는 WGS-84타원체와 WGS-84자리표계이다. GIS를 리용하여 위성자료를 가지고 지도편집을 실현하자면 측지기준계에 대한 변환부터 진행하여야 한다. 이 변환은 WGS-84타원체의 자리표들을 크라썃스끼타원체(Pulkovo-1942)의 자리표들로 넘기는 과정이다. 이것을 실현하자면 다음과 같은 수학적변환모형에 의한 변환파라미터를 결정하여야 한다. 변환파라미터로서는 두 지구회전 타원체들사이의 중심의 변위량 $[X_0, Y_0, Z_0]$, 두 지심자리표계의 축들의 회전량 $R = R_1(\alpha) R_2(\beta) R_3(\gamma)$, 두 기준계들사이의 척도변위량 K 이다.

변환파라미터를 결정하기 위한 3차원상사변형모형은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = WR \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 척도변위파라미터들을 포함하고있는 척도변위행렬 W 는 다음과 같다.

$$W = \begin{bmatrix} K_1 & 0 & 0 \\ 0 & K_2 & 0 \\ 0 & 0 & K_3 \end{bmatrix} \quad (2)$$

회전파라미터행렬 R 는 다음과 같이 쓸수 있다.

$$R = R_1(\alpha) R_2(\beta) R_3(\gamma) \quad (3)$$

여기서

$$R_1(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}, R_2(\beta) = \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix}, R_3(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{이다.}$$

자리표축의 회전파라미터들을 선형화하기 위하여 새롭게 변환보조변수 a, b, c 를 도입하면

$$R = (I - S)^{-1}(I + S) \quad (4)$$

여기서 I 는 단위행렬, $S = \begin{bmatrix} 0 & -c & b \\ c & 0 & -a \\ -b & a & 0 \end{bmatrix}$ 이다. 그러면 회전행렬은 다음과 같은 선형화된 원

소들로 구성될수 있다.

$$R = \begin{bmatrix} \frac{1+a^2-b^2-c^2}{1+a^2+b^2+c^2} & \frac{2ab-2c}{1+a^2+b^2+c^2} & \frac{2(b+ac)}{1+a^2+b^2+c^2} \\ \frac{2(ab+c)}{1+a^2+b^2+c^2} & \frac{1-a^2+b^2-c^2}{1+a^2+b^2+c^2} & -\frac{2(a-bc)}{1+a^2+b^2+c^2} \\ \frac{2(-b+ac)}{1+a^2+b^2+c^2} & \frac{2(a+bc)}{1+a^2+b^2+c^2} & \frac{1-a^2-b^2-c^2}{1+a^2+b^2+c^2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

이에 따라 3개의 공통점들로 변형함수를 구성하면 다음과 같이 표현할수 있다.

$$\begin{bmatrix} f_{1+(i-1) \times 3} \\ f_{2+(i-1) \times 3} \\ f_{3+(i-1) \times 3} \end{bmatrix} = (I - S) \times \Omega \times \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} - (I + S) \times \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} - (I - S) \times \Omega \times \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} \quad (6)$$

여기서 $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ 는 두 기준계원점의 변위파라미터, 척도변위행렬 Ω 는 다음과 같다.

$$\Omega = \begin{bmatrix} \frac{1}{K_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{K_2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{K_3} \end{bmatrix} \quad (7)$$

척도변위량계산식에 따라 연구지역측지망에서 전체적인 척도변위량은 3개의 공통점들로부터 다음과 같은 식으로 표시할수 있다.

$$K = \frac{\sum_{i=1}^3 \sqrt{(x_i - x_s)^2 + (y_i - y_s)^2 + (z_i - z_s)^2}}{\sum_{i=1}^3 \sqrt{(X_i - X_s)^2 + (Y_i - Y_s)^2 + (Z_i - Z_s)^2}} \quad (8)$$

2) 지도투영의 정의

ArcGIS 10.1에서 지도투영은 ArcToolBox에서 진행한다.

모든 지리자료들은 그것들자체가 의존하고있는 지리학적 및 측지학적기준계가 있다. 리용하려는 초기자료가 어떤 측지학적 및 투영기준을 가지고있는가를 확인한 다음 만일 그것이 정의되어있지 않다면 새롭게 정의하여야 한다.

투영의 정의와 그것에 대한 실행은 다음과 같이 한다.

① ArcToolBox의 자료관리도구(DataManagement Tools)/투영과 변환(Projection and Transformation)항목을 선택하고 부분항목으로 들어간다.

② 투영과 변환(Projection and Transformation)항목안의 투영정의(Define Projection)를 설정한다. 자료자체내부에 투영이나 기준계가 이미 정의되어있다면 자리표체계항목란에 그 내용이 자동적으로 기재된다. 만일 이미 정의되어있지 않다면 대면부의 항목대로 정의해준다.

투영정의항목은 지도에서 투영하려는 자료의 수리적토대를 갖추는 공정이다. 그러므로 투영을 진행하자면 반드시 기준계가 정의되어야 한다. ArcGIS가 갖추고있는 자리표체계들의 내용은 크게 두가지 즉 측지학적자리표체계(Geographic Coordinate System)와 투영자리표체계(Projected Coordinate System)이다. 측지학적자리표체계에는 각이한 지구회전타원체들이 정의되어있으며 투영자리표체계에는 각이한 측지기준계에 기초한 투영법들이 정의되어있다.

2. 지도투영을 위한 측지학적변환의 창조

GIS에서 지도투영을 위한 측지학적변환은 위에서와 같은 투영과 변환(Projection and Transformation)항목안에서 진행한다.

먼저 측지학적변환의 창조(Create Custom Geographic Transformation)항목을 선택한다.

대면부의 첫번째 항목인 측지학적변환명(Geographic Transformation Name)에 WGS-84 To Pulkovo-1942라고 입력한다. 이것은 위성자료가 기초하고있는 측지학적기준계인 WGS-84로부터 우리 나라 측지기준계인 Pulkovo-1942로 변환을 한다는것이다.

대면부의 두번째 항목인 측지학적자리표체계의 입력(Input Geographic Coordinate System)에는 옆의 내림항목을 펼치고 측지학적자리표체계(Geographic Coordinate System)안의 World목록에서 WGS-84를 설정한다.

대면부의 세번째 항목인 출력측지학적자리표체계(Output Geographic Coordinate System)에는 옆의 내림항목을 펼치고 측지학적자리표체계(Geographic Coordinate System)안의 Asia목록에서 Pulkovo-1942를 설정한다.

다음 측지학적변환(Custom Geographic Transform)항목을 선택하고 내리펼침화살표를 누른다. 여기에는 13가지의 측지학적변환방법들이 기재되어있는데 매개 방법들은 자기 고유의 변환파라미터를 요구한다. 이 변환파라미터항목들에 위에서 수학적모형으로 구한 변환파라미터들의 값들을 입력한다. 이렇게 하면 우리 나라 측지기준면에 토대한 새로운 측지학적변환이 창조되고 실현된 다음 지도투영공정으로 넘어간다.

3. 지도 투영

ArcGIS 10.1에서 지도투영은 벡터자료와 라스터자료를 갈라서 따로따로 진행한다.

ArcToolBox의 투영과 변환(Projection and Transformation)항목안에서 라스터(Raster)부분 항목을 펼치고 라스터투영(Project Raster)항목을 선택한다.

라스터입력(Input Raster)항목에는 위성사진자료나 지형자료(DEM)를 입력한다.

출력라스터의 이름을 Output Raster Dataset항목에 입력한다. 입력하지 않으면 지정으로 C구동기에 설정된 자료기지에 보관하며 출력한다.

출력자리표체계(Output Coordinate System)항목을 선택한다. 옆의 내림항목을 펼치고 투영자리표체계(Projected Coordinate System)에서 가우스-크루겔투영을 선택하고 부분항목으로 들어간 다음 Pulkovo-1942타원체를 선택한다. 그리고 3°대로 된 Pulkovo-1942타원체에 기초한 가우스-크루겔투영의 투영대로서 126°나 129°로 된 투영대를 선택하고 우리나라의 중심자오선이 127°30'이므로 Pulkovo_1942_3_Degree_G K_CM_127.5E라고 입력한다. 라스터투영(Project Raster)대면부로 돌아가서 측지학적변환항목의 내림목록을 펼친다. 그러면 위에서 정의하고 창조한 투영과 측지학적변환이 기재되어있는것을 볼수 있다. 변환파라미터로 창조한 측지학적변환을 선택한 다음 투영을 진행한다.

맺는 말

위성자료를 리용하여 우리 나라에서 리용하고있는 기준계와 투영법으로 정확한 지도를 작성하자면 변환파라미터들이 결정되어야 하며 그에 기초하여 투영변환을 하여야 한다.

참고 문헌

- [1] W. E. Featherstone; A Comparison of Existing Coordinate Transformation Models and Parameters in Australia, Curtin University of Technology, 23~67, 1997.
- [2] E. Grafarend; Strip Transformation of Conformal Coordinates of Type Gauss-Kruger and UTM, University of Stuttgart, 34~87, 2012.

주체104(2015)년 12월 5일 원고접수

Map Projection Transformation Method by Transformation Parameters

Jong Kyong Sok, Kim Un Hwa

We have got the transformation parameters by 9-parameter transformation model that could accomplish transformation of coordinates between geodetic reference systems and carried out the map projection transformation.

Key words: reference systems, coordinate transformation, projection transformation