



اشاره

ساخت پایگاه داده‌ای

برای پردازش اطلاعات کارتوگرافی، لازم است ساختار توپولوژیکی داده‌ها مشخص گردد تا پایگاه داده‌ها هوشمند و برای تجزیه و تحلیل و جابه‌جایی مهیا شود. پس از جمع‌آوری داده‌های گوناگون باید یک پایگاه داده‌ای با ساختار توپولوژیکی و سازگار هندسی ایجاد گردد. این عمل، با تبدیل انواع داده‌ها و انطباق در یک مقیاس و انتخاب یک سیستم تصویر یا سیستم مختصات شبکه‌ای آغاز می‌شود. اما در نقشه کامپیوتری راستری و GIS به چیز دیگری نیاز است. باید کلیه پیکسلها از یک شکل و اندازه واحد باشند.

تصحیح هندسی

تصحیحات چند اسمی (پلی‌نمی)^۱، مسائلی مانند تبدیل از مختصات شبکه‌ای به سیستم تصویر UTM^۲ یا به سیستم مختصات شبکه‌ای دیگر یا از محل پیکسل (ردیف، ستون) سنجنده‌ها به شبکه پیکسلی مربعی UTM را در برمی‌گیرد، تصحیحات ریاضی از طریق معادله تبدیل چند اسمی (پلی‌نمی) درجه یک (رابطه خطی میان دو متغیر n) یا بالاتر انجام می‌گیرد. معادلات خطی درجه یک به صورت زیر می‌باشد.

$$X_{new} = a + bx_{old} + cy_{old}$$

$$Y_{new} = d + ex_{old} + fy_{old}$$

این معادلات اختلافها را در دامنه مختصات، مقیاس و انحراف بین سیستم‌های مختصات قدیم و جدید تعدیل می‌نماید.

ضرایب a, b, c, d, e, f با حل هم‌زمان سه معادله برای X_{new} و Y_{new} به دست می‌آید. سه معادله که باید هم‌زمان حل شود.

$$X_{1new} = a + bx_{1old} + cy_{1old}$$

$$Y_{1new} = d + ex_{1old} + fy_{1old}$$

$$X_{2new} = a + bx_{2old} + cy_{2old}$$

$$Y_{2new} = d + ex_{2old} + fy_{2old}$$

$$X_{3new} = a + bx_{3old} + cy_{3old}$$

$$Y_{3new} = d + ex_{3old} + fy_{3old}$$

شکل ماتریسی معادلات

$$\begin{bmatrix} X_{1new} \\ X_{2new} \\ X_{3new} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{1old} & Y_{1old} \\ 1 & X_{2old} & Y_{2old} \\ 1 & X_{3old} & Y_{3old} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y_{1new} \\ Y_{2new} \\ Y_{3new} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{1old} & Y_{1old} \\ 1 & X_{2old} & Y_{2old} \\ 1 & X_{3old} & Y_{3old} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}$$

حل ماتریس

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{1old} & Y_{1old} \\ 1 & X_{2old} & Y_{2old} \\ 1 & X_{3old} & Y_{3old} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} X_{1new} \\ X_{2new} \\ X_{3new} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{1old} & Y_{1old} \\ 1 & X_{2old} & Y_{2old} \\ 1 & X_{3old} & Y_{3old} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} Y_{1new} \\ Y_{2new} \\ Y_{3new} \end{bmatrix}$$

حل ماتریس تبدیل مختصات خطی با سه نقطه کنترل در سیستم مختصات قدیم و جدید به این صورت است که هر دو سیستم مختصات قدیم و جدید برای سه نقطه کنترل در سطح نقشه دقیقاً معلوم باشد. افزایش نقاط کنترل بیشتر مطلوب است. زیرا حل روش کمترین مربعات و تخمین RMS^2 با افزایش نقاط کنترل بیشتر میسر است.

معادلات چنداسمی (پلینمی) با درجه بالا، در بیشتر مواقع برای تبدیل (ترانسفورماسیون) سیستمهای مختصاتی استفاده می‌شود که در آنها تصحیحات غیرخطی نیز لازم است. نمونه آن تبدیل (ترانسفورماسیون) تصاویر ماهواره‌ای با مختصات پیکسلی مرکزی، که به لحاظ هندسی در یک قوس صاف نسبت به مختصات UTM، دارای پیچش می‌باشند. معادلات درجه دوم چند اسمی (پلینمی) برای تبدیل (ترانسفورماسیون) از موقعیت X_{old} و Y_{old} به یک تصویر صحیح هندسی با مراکز Y_{new} و X_{new} که دارای مختصات UTM با فواصل برابر است عبارت هستند از:

$$X_{new} = a + bX_{old} + cY_{old} + dX_{old}Y_{old} + eX_{old}^2 + fY_{old}^2$$

$$Y_{new} = g + hX_{old} + iY_{old} + jX_{old}Y_{old} + kX_{old}^2 + lY_{old}^2$$

در اینجا حداقل به شش نقطه کنترل جهت حل همزمان در معادله نیاز است.

تصحیح سیستم تصویر

تبدیل (ترانسفورماسیون) مختصات چند اسمی (پلینمی) برای موارد ساده‌ای که سیستم مختصات شبکه‌ای را در برمی‌گیرد، به خوبی کارآیی دارد. لیکن وقتی داده‌های گردآوری شده یا استخراجی از نقشه‌هایی با سیستم‌های تصویر متفاوت باشد به تبدیل (ترانسفورماسیون) پیچیده‌ای از سیستم تصویر نقشه به مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی) نیاز دارد، تا سازگاری هندسی مناسب در پایگاه داده‌ای تحقق یابد. معادلات چند اسمی (پلینمی) با درجه بالا را می‌توان گاهی اوقات برای نواحی کوچک و با سیستم‌های تصویر ساده به کار برد. ولی متداولترین شیوه تبدیل (ترانسفورماسیون) معکوس نمودن معادلات سیستم تصویر نقشه است تا بتوان، مختصات جغرافیایی را

برای کلیه عوارض نقشه‌ای به دست آورد. برای انجام این عمل، جزئیات تکنیکی کار از قبیل ابعاد بیضوی (اسفروئید)، مقیاس، سیستم تصویر، نصف‌النهارات مرکزی و نیز معادلات سیستم تصویر معکوس باید معلوم باشد. شیوه سیستم تصویر مرکاتور^۴ در زیر آمده است:

مشخصات سیستم تصویر مرکاتور برای سطح کروی

شعاع کره = R

مقیاس نقشه (عدد مقیاس) = S

نصف النهار مرکزی = LO_0

X, Y مشخصات سیستم تصویر نقشه با مرکزیت تقاطع استوا با نصف النهار

مرکزی (O, O) که معادلات زیر

$$X = R/S * (LO - LO_0)$$

$$Y = R/S * \text{Intan} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{LA}{2} \right)$$

برای طول و عرض جغرافیایی (LA, LO) استفاده می‌شود.

معادلات سیستم تصویر مرکاتور جانبی برای محاسبه (LA, LO)

برحسب رادیان عبارتند از:

$$LA = \frac{\pi}{2} - 2 * \arctan(e^{-Y S/R})$$

$$LO = X S/R + LO_0$$

اطلاعات و معادلات محاسبه طول و عرض جغرافیایی از مختصات X, Y سیستم تصویر نقشه

درون‌یابی (انترپولاسیون) داده‌های موجود

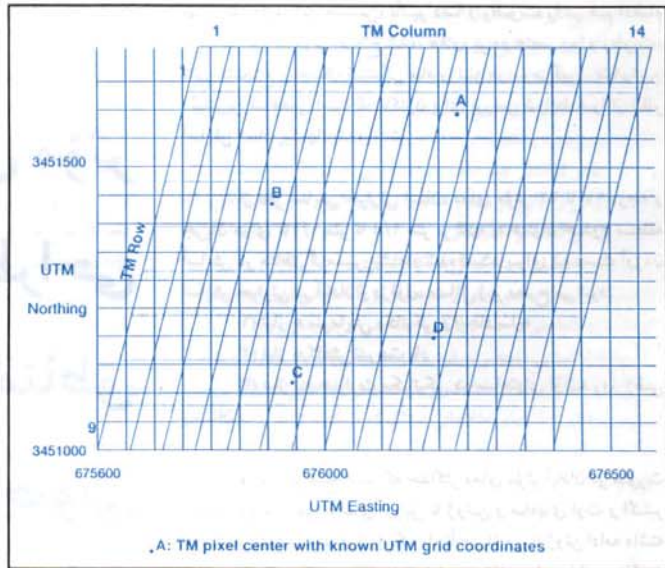
در بسیاری از مواقع داده‌های جغرافیایی در موقعیت مورد نیاز جمع‌آوری نشده‌اند. لذا مقدار مورد نیاز موقعیت‌های لازم باید از طریق درون‌یابی (انترپولاسیون) حاصل شود. مسائل متداول کارتوگرافی و GIS از این قبیل هستند. مانند داده‌های تصویر ماهواره‌ای هستند یعنی این که پیکسل‌های جدید، مختصات UTM با فاصله برابر داشته باشند. همچنین بتوان شبکه‌ای از نقاط داده‌ای را با فاصله برابر از تعداد اندکی مشاهده فاصله‌ای نامرتب ایجاد نمود.

درون‌یابی (انترپولاسیون) معکوس فاصله

معمولی‌ترین شیوه درون‌یابی (انترپولاسیون) متکی بر اصل جغرافیایی وابستگی فضایی (مکانی) است که به آن اشاره شد. برای موقعیت معین $(Z_{x,y})$ ، نقاط مجاور ارتباط نزدیک به هم دارند و از حیث رقمی شبیه نقاط دورتر هستند.

معادله کلی که این شیوه را بیان می‌کند عبارت است از:

$$Z_{x,y} = \frac{\sum_{k=1}^m Z_k / D_k^n}{\sum_{k=1}^m 1/D_k^n}$$



که در این فرمول:

M = تعداد نقاط مجاور (معمولاً تعدادی اختیاری مثل ۴ نقطه یا تعداد نقاط در یک فاصله از $Z_{x,y}$ ؛

Z_k = فاصله برحسب کیلومتر از نقاط مجاور؛

D_k = فاصله بین Z_{zj} و Z_k ؛

n = توان (اغلب توان ۲) که نفوذ نسبی نقاط مجاور بر روی نتیجه نهایی اعمال می‌شود، معین و مشخص

می‌سازد. □

مهدی مدیری

پاورقی:

- 1) Polynomial rectification
- 2) Universal Transverse Mercator (UTM)
- 3) Root Mean Square
- 4) Mercator Projection