

Técnicas de interpolación espacial

La interpolación espacial puede definirse como el procedimiento que permite calcular el valor de una variable en una posición del espacio, conociendo su valor en otras posiciones. Esta técnica se aplica en el área delimitada por los datos originales, ya que más allá de este ámbito se trataría de una extrapolación, y se aplica a aquellas variables cuyos datos cumplen dos condiciones: la continuidad espacial (forman superficies) y la dependencia espacial (son más similares a medida que se aproximan).

Estas técnicas se emplean cuando los datos no cubren totalmente el área de interés o para convertir observaciones discretas en datos continuos, pero también es necesaria cuando unos datos deban cambiar de resolución, de orientación, de modelo o para calcular valores entre isolíneas.

Existe una gran variedad de técnicas de interpolación. Una primera distinción depende del carácter de los datos, según sean cualitativos o cuantitativos:

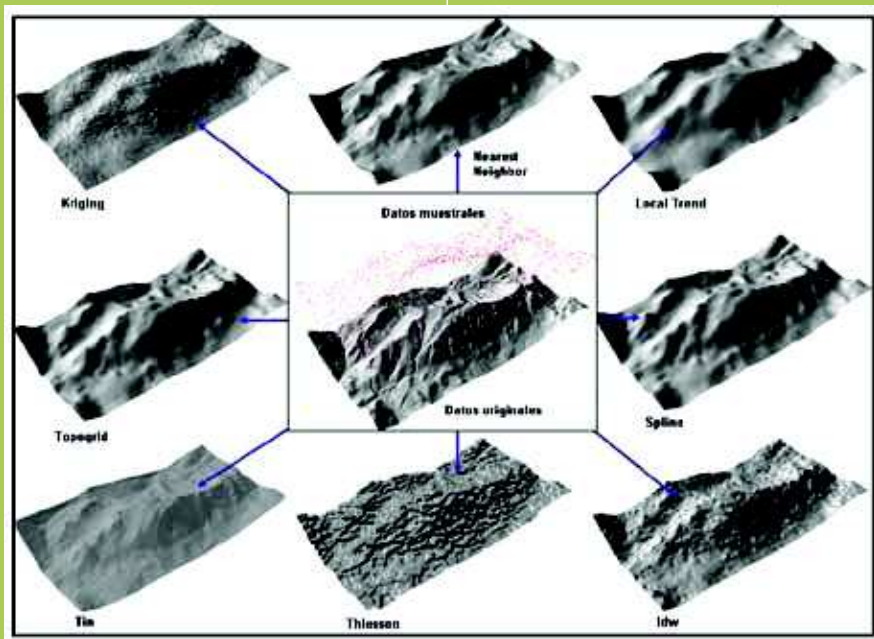
- para datos cualitativos la redistribución de los valores originales en el espacio, en función de la proximidad de los datos muestrales, implica que a cada localización se asigna el valor del punto muestral más cercano. Se forma así una estructura vectorial con los denominados *Polígonos de Thiessen*.
- para datos cuantitativos en cada localización se calcula un valor que está en función de los que posean los datos muestrales. Las técnicas son variadas y coinciden en generar valores usualmente distintos a los muestrales, lo que conforma superficies suavizadas.

Una segunda clasificación se efectúa en función del tipo de dato a interpolar:

- la mayoría de las técnicas se aplican sobre datos puntuales y permiten la recreación de la mayoría de los tipos de superficies.
- algunas técnicas consideran además datos lineales y poligonales, aunque su principal objeto suele ser el modelado de la altimetría terrestre.
- exclusivamente para datos poligonales fue creada la interpolación denominada *Pycnophylactica*.

En tercer lugar, la superficie generada puede apoyarse en el modelo vectorial o en el raster:

- en el modelo de datos vectorial destaca la estructura de datos *TIN*, que consiste en una red de triángulos irregulares que unen entre sí los datos muestrales siguiendo un método denominado *Delaunay*. Generado el triángulo, la ecuación del plano permite calcular el valor de cada punto en función de sus coordenadas.
- en el modelo de datos raster, la superficie original es representada por una malla de puntos equidistantes, cuyos valores son calculados a partir de los datos muestrales utilizando distintos algoritmos. En su estructura básica, formada por una matriz regular, el valor se asocia a celdillas cuadradas y organizadas en filas y columnas.



Resultados de distintas técnicas de interpolación espacial

La gran mayoría de las técnicas de interpolación espacial se aplican sobre datos cuantitativos puntuales y generan superficies con un modelo de datos raster. Algunos criterios permiten clasificarlas más precisamente:

Según la adecuación de los datos interpolados a los originales:

- Exactos: generan una superficie cuyos valores coinciden en las localizaciones de los datos muestrales (TIN, IDW, *Spline*).
- Aproximados: los valores de las localizaciones suelen no coincidir con los de los datos muestrales homólogos (Superficies de Tendencia, *Topogrid*).

Según el número de datos empleados en la función de interpolación:

- Globales: una sola función se aplica a todo el área de interés, considerando todos los datos muestrales (Superficies de Tendencia).
- Locales: se consideran subconjuntos de datos muestrales, los más cercanos al punto a interpolar (IDW, *Kriging*, *Spline*, Polinomios locales).

Según la suposición que se realice previamente sobre los datos muestrales:

- Determinísticos: realizan una suposición general, normalmente sin contrastar, acerca del carácter de la superficie. A partir de ella se elige la función de interpolación. A esta categoría pertenecen la inmensa mayoría de las técnicas de interpolación.
- Estocásticos: realizan previamente un análisis exploratorio de los datos para conocer el carácter de la autocorrelación espacial de la variable. Esto permite el diseño de una función de interpolación más ajustada (*Kriging*).

Las características de la muestra de datos, así como el tipo de superficie a modelizar, orientan acerca de la técnica de interpolación a emplear. De los datos importa su variedad, tipo, precisión y distribución espacial. De la superficie es relevante su carácter temporal (estable como la altimetría o dinámico como la temperatura), su distribución espacial (homogéneo como la gravitación o heterogéneo como la pendiente), el coste del muestreo, la dependencia de otras variables o la existencia de datos auxiliares que guíen la interpolación (como las líneas de estructura en el relieve).

Para algunos autores, si los datos poseen suficiente calidad y cantidad, es generalmente considerado satisfactorio un método de interpolación local y exacto. En cambio, si los datos son escasos o están mal distribuidos es crítica la suposición que se realice sobre los datos subyacentes y la elección del método de interpolación. Habría que considerar, además, que en la modelización son factores clave la variabilidad de la superficie y la resolución espacial empleada para representarla.

Finalmente, el modelo generado difiere de la superficie original en mayor o menor medida pues, como ya planteaba Imhof (1972) «¿Cómo podemos comparar una superficie incompletamente definida con otra que no puede ser exactamente determinada?». La incertidumbre y los errores, que son intrínsecos al modelo, pueden ser reducidos pero no eliminados y deben ser considerados como una fuente de información adicional sobre la superficie representada. ■

Joaquín Márquez Pérez
Universidad de Sevilla

Bibliografía

Davis, J. C. (1973): *Statistics and data analysis in geology*. New York, John Wiley & Sons.

Lam, N. S. (1983): «Spatial interpolation methods; a review.» *The American Cartographer* 10(2).

Weibel, R. and Heller, M. (1991): *Digital Terrain Modelling. Geographical Information Systems: principles and applications*. D. J. Maguire, M. F. Goodchild and D. W. Rhind. London, Longman.

Burrough, P. A. and McDonnell, A. (1998): *Principles of Geographical Information Systems*. Somerset, Oxford University Press.