

Desarrollo de un Programa para el Análisis Espacio-Temporal de Episodios de Precipitación

*Francisco Alonso Sarría
Area de Geografía Física.
Universidad de Murcia*

Resumen

El análisis de la variabilidad espacio-temporal de la precipitación implica la integración de información de muy diverso tipo. Por otro lado se ha producido un incremento en la diversidad de datos y en las escalas, espacial y temporal, de medición. Todo ello implica la necesidad de herramientas de análisis espacial y temporal adecuadas. Se presenta en este trabajo el desarrollo inicial de una herramienta que permita la integración de toda esta información diversa para su estudio. Se pretende además con ello explorar las posibilidades del software abierto en el campo de la Geografía cuantitativa.

1. Introducción

Uno de los problemas mas habituales en climatología e hidrología es el estudio de la variabilidad espacio-temporal de la precipitación, tanto en la evaluación de recursos hídricos como en la estimación de las entradas a modelos hidrológicos. El aumento de la información disponible ha permitido reconocer patrones de variación a escalas cada vez mayores, tanto en el espacio como en el tiempo.

Como ejemplo, el desarrollo de redes de pluviógrafos con una alta resolución temporal, como parte de los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica, en las diversas cuencas peninsulares; ha supuesto un considerable aumento en la información disponible. Sin embargo sólo permite el análisis en escalas de variación espacial inferiores a la distancia entre pluviógrafos.

La incorporación de datos procedentes de rádar meteorológico en este tipo de análisis ha permitido un considerable desarrollo (Palmer *et al.*, 1983; Krajewski, 1987; Hitch and Hems, 1988; Collier, 1996). Sin embargo el radar meteorológico se caracteriza por un elevado número de imprecisiones que, además, no son constantes ni en el tiempo ni en el espacio (Collier, 1996).

Por tanto se hace necesario combinar la información procedente de pluviógrafos con la que puede obtenerse a partir de los radares. Esta integración resulta ser especialmente adecuada allí donde la escala de variación en los campos de precipitación es inferior a la distancia entre los pluviógrafos (May, 1986) así como en los análisis mesoescalares (Houze & Hobbs, 1982) complementando la información recogida por imágenes de satélite. Se han desarrollado diversas técnicas para el análisis del movimiento de masas nubosas a partir de imagenes de satélite (Lewis *et al.*, 199) como el método MCC (máxima correlación cruzada).

Esta integración puede complementarse con el uso de modelos estocásticos de precipitación para rellenar la falta de datos (Cowpertwait, 1994) o incluso modelos atmosféricos de base física que simulen los diferentes procesos termodinámicos que dan lugar a la precipitación. La implementación de modelos atmosféricos en un Sistema de Información Geográfica resulta bastante compleja debido a la necesidad de manejar cuatro dimensiones, en todo caso los SIG se han utilizado en el preproceso (organización de la información) y postproceso (comprobación de resultados) de modelos atmosféricos (Bernard & Streit, 2000). Sin embargo algunos sistemas como GRASS comienzan a introducir estructuras de datos tridimensionales y funciones para manejarlos (Neteler, 2000).

El resultado, en cualquier caso, es la necesidad de combinar una gran cantidad de información espacio-temporal de muy diverso tipo en una herramienta capaz de manipular y analizar la información con propósitos de modelización. El uso de un SIG no parece una opción especialmente adecuada para el análisis espacio-temporal de precipitación debido a sus escasas capacidades a la hora de la modelización y el análisis de datos (Wegener, 2000). La explicación de esta carencia estaria en la orientación fundamentalmente cartográfica de los desarrollos en SIG (Fotheringham, 2000) y en la escasa potencia de los lenguajes de macros disponibles (Wegener, 2000).

Dentro de este panorama poco favorable a la modelización y el análisis de datos en entornos de SIG cabe destacar la potencialidad de las herramientas de organización modular y código abierto como GRASS que incluyen un conjunto de librerías a partir de las cuales no resulta excesivamente complejo el desarrollo de nuevos módulos *ad hoc* independientes del resto del programa.

2. Objetivos y datos analizados

El desarrollo de este proyecto responde a varias necesidades.

- ✓ Desarrollo de una herramienta flexible para el análisis espacio-temporal de la precipitación que permita la incorporación de datos de diversos orígenes.
- ✓ Utilización de una librería desarrollada en parte para este trabajo y que se presenta en esta misma reunión.
- ✓ Análisis de episodios de precipitación
- ✓ Explorar las posibilidades del software libre (free source) en el desarrollo de herramientas SIG y de análisis de datos.

Los datos con los que se está trabajando corresponden a 3 episodios de precipitación registrados en la Cuenca del Segura en las fechas 18-19:Septiembre:1998, 5-7:11:1998, 2-3:12:1998, 22-24:1:1999 y 25-28:2:1999. Se trata de una base de datos de 69 pluviómetros con resoluciones temporales variables entre 5 y 10 minutos. Los datos proceden tanto de los pluviómetros del SAIH de la Cuenca del Segura, como de los que gestiona el Centro Zonal de Murcia de la Confederación Hidrográfica del Segura. Así mismo, el radar meteorológico de Murcia estuvo operativo esos días con lo que se dispone también de ese tipo de información.

A pesar de que inicialmente el proyecto pretendía hacer un análisis espacio-temporal de precipitación para los episodios, fue imposible obtener las imágenes del radar meteorológico del Centro Zonal de Murcia del Instituto Meteorológico Nacional. Por tanto el objetivo inicial hubo de modificarse en parte y atacar el problema de la variabilidad espacial de la precipitación sólo a partir de los datos de pluviógrafo. Evidentemente, de este modo sólo pueden detectarse elementos cuyo tamaño sea mayor que la distancia entre pluviómetros.

3. Descripción del programa

Partiendo de las funciones incluidas en la librería de clases espaciales presentada en este mismo volumen (Alonso Sarría, 2000), se desarrollo un programa capaz de analizar la distribución espacio-temporal de la precipitación.

El principal objetivo del programa, en una primera fase, ha sido obtener una herramienta que permitiera visualizar de forma cómoda el enorme volumen de datos disponible y representar su evolución tanto en el tiempo como en el espacio. Al mismo tiempo se necesitaban mecanismos para interrogar a la base de datos.

La solución adoptada se basa en una ventana gráfica (figura 1) en la que, como fondo, se pueden dibujar mapas raster o vectoriales. Sobre estos se dibujan los pluviogramas representando por colores o por diámetros la precipitación. El intervalo temporal que se desea representar puede seleccionarse en una ventana de texto. Así mismo puede modificarse con sendos botones de paso adelante y hacia atrás.

Si se pincha sobre uno de los pluviogramas con el botón izquierdo del ratón se obtiene la intensidad de precipitación en ese punto e instante. Si se presiona el derecho se obtiene un gráfico de la evolución temporal de la precipitación en ese pluviograma.

Para intentar reconocer la presencia de células convectivas, o agrupaciones de las mismas, el programa desarrollado realiza en primer lugar un análisis de los datos para posteriormente generar agrupaciones de pluviogramas caracterizados por recoger precipitación y por no incluir pluviogramas que no recogen precipitación entre ellos.

La representación de la evolución de estas agrupaciones en el tiempo permitiría determinar tanto su evolución en intensidad como su movimiento en el espacio reponiendo a diversos factores termodinámicos.

En un principio se ha desarrollado una herramienta fundamentalmente de análisis exploratorio de datos espaciales que permite la combinación de objetos de distinto tipo (raster, mapas de líneas, mapas de precipitación).

Otras funcionalidades incluidas son:

- ✓ Lectura y escritura de datos en diversos formatos (GRASS, Surfer, Idrisi, ASCII)
- ✓ Visualización de diversas capas al mismo tiempo.
- ✓ Visualización temporal de datos.
- ✓ Análisis espacial de subconjuntos específicos de datos.

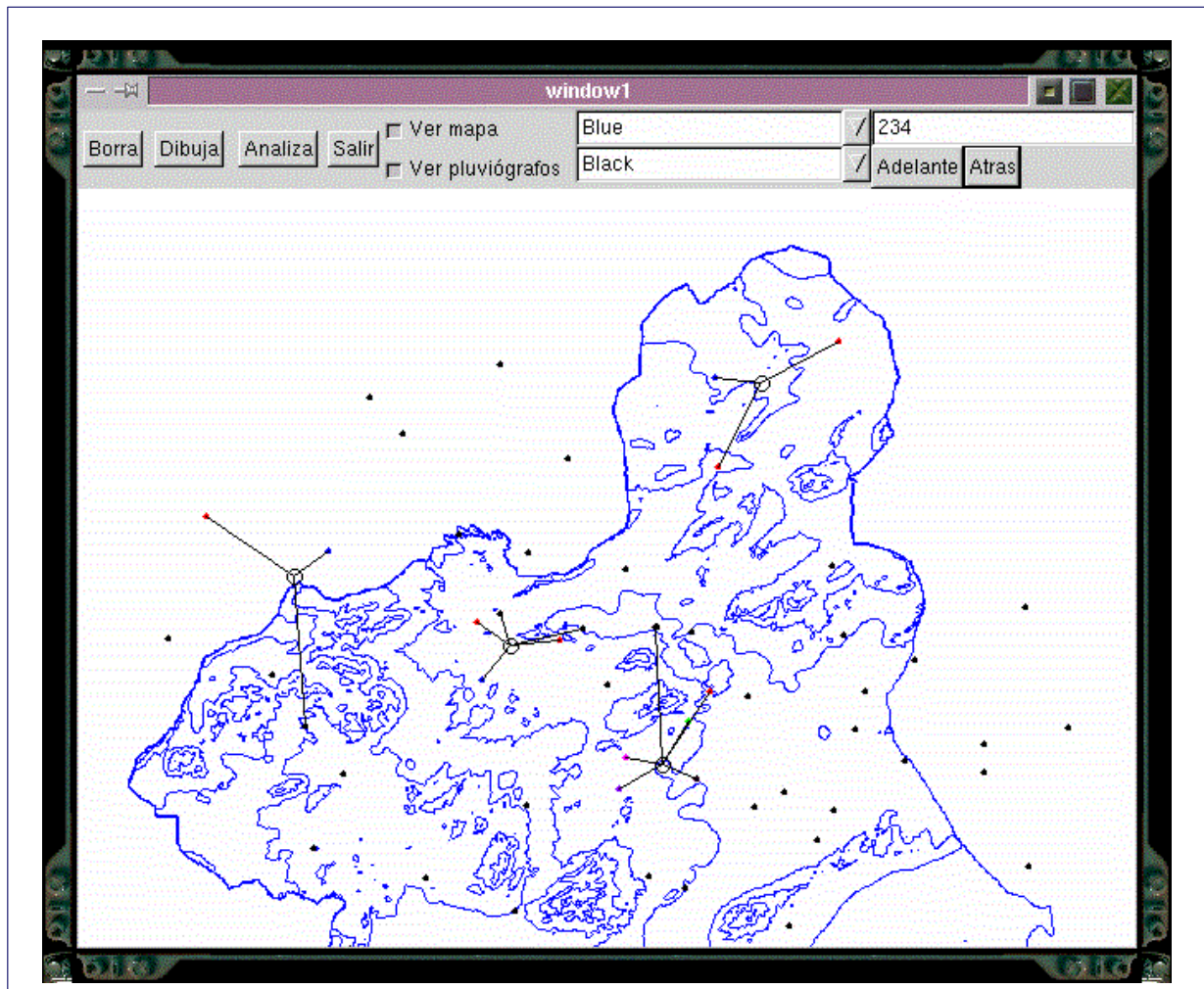


Figura 1. Pantalla del programa de análisis de episodios de precipitación

El programa ha sido escrito en C++ a partir de una librería de objetos geográficos, desarrollada en parte para este programa. Se incorpora el conjunto de herramientas gráficas GTK+ (<http://www.gtk.org/>). La interfaz gráfica se ha desarrollado utilizando el programa glade (<http://glade.pn.org/>). Todos los programas se compilaron con el compilador gcc de GNU (<http://www.gnu.org/>) en un entorno linux (<http://www.linux.org/>).

4. Resultados

Hasta ahora, el esfuerzo realizado ha estado más en relación con el desarrollo del programa que con su utilización para los objetivos propuestos. Sin embargo su utilización ha permitido poner en evidencia algunos resultados preliminares:

- ✓ Las agrupaciones convectivas son en general de mayor tamaño que la distancia media entre pluviógrafos.
- ✓ Sin embargo la irregular distribución de los mismos impide la correcta identificación de estas agrupaciones en alguna áreas.
- ✓ Puede reconocerse la influencia de la topografía en la evolución de estas agrupaciones por su control sobre el regimen de vientos y el desencamamiento de mecanismos termoconvectivos.

5. Objetivos futuros

A partir de los resultados obtenidos resultaría de gran interés la incorporación de datos de radar meteorológico.

En desarrollos futuros se plantea incorporar mecanismos de interpolación espacio-temporal que permitan utilizar no sólo el conjunto de datos en el espacio para cada instante sino también la evolución de los mismos. Por otro lado, a la hora de desarrollar procedimientos de interpolación, se deberían tener en cuenta no sólo el modelo e interpolación en sí mismo, sino también la distribución espacial de los factores que pueden intervenir y que se recogerían en otras capas de información.

En este sentido la introducción de modelos de radiación o incluso de modelos mesoescalares sencillos puede ayudar a entender mejor todos los procesos implicados. En este momento se trabaja en la utilización del programa para el análisis de episodios lluviosos en el Sur de Francia en colaboración con el Departamento de Geografía del King's College University of London.

6. Bibliografía

- Alonso Sarría, F. (2000) Desarrollo de una librería de clases espaciales en IX Congreso del grupo de métodos cuantitativos, sistemas de información geográfica y teledetección.
- Bernard, L. & Streit, U. (2000) Three-dimensional Mesoscale Atmospheric Modelling and GIS en A.S.Fotheringham & M.Wegener (Eds.) Spatial Models and GIS. New potential and New Models. Taylor & Francis Group, London 109:118
- Collier, C.G. (1996) Applications of weather radar systems John Willey & sons. London.
- Cowpertwait, P.S. (1994) A generalized point process model for rainfall Proc. Roy. Soc. London, Ser.A. 447:23-37
- Fotheringham (2000) GIS-based Spatial modelling: A step Forwards or a Step Backwards? en A.S.Fotheringham & M.Wegener (Eds.) Spatial Models and GIS. New potential and New Models. Taylor & Francis Group. London:3-20
- Hitch, T.J. & Hens, B.D. (1988) A comparison of radar and gauge measurements of rainfall over Wales in October 1987 Meteorological Magazine 177:276-279
- Houze, R.A & Hobbs, P.V. (1981) Organization and structure of precipitating cloud systems Adv. Geophys. 24:225-315
- Krajewski, W.F. (1987) Radar rainfall data quality control by the influence function method Water Resour. Res. 23.5:237-844
- Lewis, H.G.; Newland, F.T.; Côté, S. & Tatnall, A.R.L. (1999) Cloud Motion Analysis en P.M. Atkinson & N.J. Tate (eds.) Advances in Remote Sensing and GIS Analysis John Willey & sons. London:39-60
- Neteler, M. (2000) GRASS 5.0 Programmer Manuall <http://hgeo02.geog.uni-hannover.de/grass/grass421/manuals/prgman42.pdf>
- Palmer, S.G.; Nicholass, C.A.; Lee, M.J. & Bader, M.J. (1983) The use of rainfall from radar for hydrometeorological services Meteorol. Mag. 112: 333-346
- Wegener, M. (2000): Spatial models and GIS. en A.S.Fotheringham & M.Wegener (Eds.) Spatial Models and GIS. New potential and New Models. Taylor & Francis Group, London 3:20

Este trabajo se desarrolló durante una estancia postdoctoral en el Departamento de Geografía del King's College University of London.

Este trabajo se escribió originalmente en LaTeX y se convirtió a RTF con Tex2RTF (<http://web.ukonline.co.uk/julian.smart/tex2rtf>)

