



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

S Y L L A B U S

NOMBRE DEL DOCENTE: JUAN CARLOS ALVAREZ FORERO

ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura): ESTADÍSTICA ESPACIAL

CÓDIGO: 9401110

Obligatoria (X)

Básico ()

Complementario ()

Electivo ()

Intrínsecas ()

Extrínsecas ()

NUMERO DE ESTUDIANTES:

GRUPO:

NÚMERO DE CREDITOS: 4

TIPO DE CURSO:

TEÓRICO

PRACTICO

TEO-PRAC: X

Alternativas metodológicas:

Clase Magistral(X), Seminario (), Seminario – Taller (X), Taller (), Prácticas (), Proyectos tutoriados (X), Otro: _____

JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO

Es fundamental para el Especialista en SIG conocer y aplicar la estadística espacial en el manejo de la información geográfica georeferenciada, ya que estas técnicas le permiten tomar decisiones adecuadamente en áreas como el ordenamiento territorial, el catastro, la planeación, economía y la misma geodesia, decisiones enfocadas a la mejor utilización y administración de los recursos naturales y de la relación de estos con los seres humanos.

La estadística Espacial se compone de tres grandes áreas; la geoestadística, los datos lattice y los procesos puntuales. Los propósitos fundamentales al aplicar la geoestadística son los de estimar (Por ejemplo el contenido promedio de alguna característica en la región de estudio), predecir (Valores de la variable en sitios no muestreados) y simular (identificar el comportamiento espacial de la variable de interés bajo algunos supuestos fijados a priori) variables regionalizadas.

Para cumplir con los tres objetivos mencionados en el párrafo anterior se usan los métodos Kriging o Cokriging. La escogencia de uno u otro depende de si existe información auxiliar relacionada, desde un punto de vista espacial, con la variable de interés y de los costos de interés de la variable primaria.

El análisis de datos de área “lattices o enmallados”, tanto regulares como irregulares, es fundamental para los Especialistas en Sistemas de Información Geográfica, dado que gran parte de la información espacial proviene de polígonos. Por consiguiente, algunos de los siguientes problemas prácticos en donde un analista de información espacial es indispensable, se mencionan a continuación:

- Analizar la distribución y encontrar patrones de predictibilidad sobre el espacio, en el caso de captura de muestras de datos sismológicos sobre la distribución regional de terremotos.
- En la toma de muestras de salud pública (datos epidemiológicos) sobre la ocurrencia de enfermedades. ¿La distribución de la muestra de una determinada enfermedad tiene o se le

puede asociar un patrón en el espacio? ¿Hay alguna asociación con fuentes posibles de contaminación ambiental? ¿Hay alguna evidencia que una enfermedad particular es transmitida de un individuo a otro?

- En seguridad pública se desearía investigar si hay algún patrón espacial que determine la distribución de robos, atracos, atentados terroristas, secuestros y homicidios. Aquí se tendrían tanto datos de polígonos como de puntos, y se desearía analizar correlaciones de tasas de robos, homicidios (entre algunos de los ya mencionados) con características socioeconómicas asociadas a dichas regiones.
- Los científicos ambientales, en este caso geomáticos seguramente estarían interesados en el manejo de datos de imágenes de satélite, dado que la información de las imágenes suele ser muy ruidosa, se puede filtrar y extraer el ruido con el fin de obtener información que muestre patrones claros de la cobertura terrestre.
- En geodesia y específicamente en geología se desearía estimar la extensión de un depósito mineral sobre una determinada región, dados los datos de calicatas muestreadas de alguna región. En este caso el uso de métodos geoestadísticos sería lo más recomendable.
- En una colección de datos hidrológicos sobre la concentración de un químico tóxico en una colección de muestras de una serie de pozos, se podrían usar métodos geoestadísticos para construir un mapa regional de probabilidad de contaminación.
- Los comerciantes desearían usar datos socioeconómicos, que estén disponibles en pequeñas áreas de la población censada, para valorar demandas probables para sus productos si llegasen ellos a ofrecer sus mercancías a la población de dichos lugares, o también podrían estar pensando en expandir su negocio, en este caso un análisis de econometría espacial y de patrones espaciales sería muy pertinente.
- Como catastrales también nos interesa analizar el comportamiento de los precios de los inmuebles en las diferentes regiones; tanto urbanas como rurales y a partir de la información obtenida determinar zonas de valorización o desvalorización, impactos de obras públicas y privadas en los precios de los inmuebles. Lógicamente análisis tanto geoestadísticos como de econometría espacial serían muy pertinentes.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este curso es hacer que los estudiantes se familiaricen con la estadística espacial, la cual trata del análisis de datos espaciales, en cuanto a: establecimiento de estructuras de autocorrelación espacial, modelos de dependencia espacial y generación de modelos con fines predictivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Formar a los estudiantes de la Especialización en SIG en las técnicas de interpolación tanto determinísticas como geoestadísticas, técnicas de datos de área “econometría espacial” y de análisis de patrones espaciales y procesos de puntos que les permitan analizar e interpretar datos georeferenciados espacialmente, así como también en el diseño de redes y simulación de estas para captura de información evaluando costos y beneficios.
2. Dar los elementos necesarios para que los asistentes manejen los principales conceptos avanzados asociados al análisis espacial de datos geográficos en el ámbito de: ciencias de la tierra, ciencias ambientales, análisis e interpretación de imágenes, sistemas de información geográfica, medicina, epidemiología, políticas de seguridad, economía regional y urbana
3. Proveer a los participantes de las habilidades prácticas que se requieren en el desarrollo de aplicaciones de la estadística espacial en diversas áreas de ciencias de la tierra.
4. Ejercitar mediante clases prácticas los conocimientos adquiridos usando software comercial y de dominio público.
5. Resolver un problema concreto que sea del interés del participante aplicando la metodología geoestadística y de datos de área (podrán traer sus propios datos).

LATTICES Y DATOS DE POLIGONOS

1. Modelos de Regresión Espacial

- 1.1 Modelo Lineal y Selección Ordenada
- 1.2 Correlación Espacial y Matriz de Contigüidad
- 1.3 Econometría Espacial e Inspección de Residuales
- 1.4 Modelo Espacial AR y Modelo Espacial AR con Regresión
- 1.5 Inspección de Residuales (Continuación)
- 1.6 Modelos Espaciales Rezagados
- 1.7 Modelo de Superficie Tendencia-ANOVA Espacial
- 1.8 Prueba - t Espacial

2. Análisis de Datos de Área

- 2.1 Métodos Introductorios para Datos de Área.
 - 2.1.1 Introducción
 - 2.1.2 Casos de Estudio
 - 2.1.3 Visualizando Datos de Área
 - 2.1.4 Explorando Datos de Área
 - 2.1.5 Modelamiento de los Datos de Área
- 2.2 Métodos Avanzados para Datos de Área
 - 2.2.1 Introducción
 - 2.2.2 Análisis de Conteos y Proporciones
 - 2.2.3 Métodos Multivariados

PARTE III- PATRONES ESPACIALES Y PROCESOS DE PUNTOS

3. Muestreo por Cuadrante

- 3.1 Aleatoriedad y la Distribución Poisson
- 3.2 Modelo Poisson Regular o Doble.
- 3.3 Distribuciones de Neyman y Thomas.
- 3.4 Distribución Binomial Negativa
- 3.5 Índices de No Aleatoriedad.
- 3.6 Prueba de Asociación Entre Pares de Especies.
- 3.7 Medidas de Asociación entre pares de Especies.
- 3.8 Escalas de Diseño.

4. Muestreo por Distancia

- 4.1 Índice Vecino más Cercano
- 4.2 Índice Pielou de No-Aleatoriedad
- 4.3 Coeficiente de Agregación de Hopkins y Skellam
- 4.4 Pruebas de Razón y Correlación de Holgate
- 4.5 Índice de Segregación.

5. Introducción a Algunos Modelos de Procesos de Puntos

- 3.1 Proceso de Poisson Homogéneo con intensidad $\lambda > 0$
- 3.2 Proceso de Poisson no Homogéneo
- 3.3 Proceso de Poisson Compuesto (Distribución de Contagio)
- 3.4 Proceso de Poisson Cluster
- 3.5 Proceso Cox

COMPETENCIAS DE FORMACIÓN

Generales:

Utilizar las técnicas estadísticas para encontrar correlaciones espaciales, si existen, y definir modelos asociados a las variables de fenómenos que ocurren en la superficie terrestre.

Unidades de competencia

- Identificar y analizar datos de naturaleza espacial.
- Realizar un análisis estructural y confirmatorio de datos de área.
- Construir patrones matemáticos espaciales a partir de datos georreferenciados.
- Utilizar técnicas gráficas para análisis de datos espaciales.
- Aplicar técnicas de correlación y predicción espacial.
- Construir modelos de simulación.

En lo disciplinar se espera que el curso de estadística espacial, genere una adecuada apropiación de los conceptos y fundamentos de los métodos espaciales para la cuantificación de los recursos en las ciencias de la tierra.

Laborales

- Desde el punto de vista laboral se espera fortalecer competencias que permitan argumentar y justificar el porqué del uso de los modelos estadístico espaciales en el manejo de la información georeferenciada en la resolución de problemas prácticos y teóricos específicos de las diferentes áreas como el ordenamiento territorial, el catastro, la planeación, la geografía, la economía y la geodesia. Así como también el curso incentiva el trabajo en equipo, el razonamiento crítico y enriquece la posibilidad de que los especialistas en SIG tengan una mejor comunicación con profesionales de otras áreas en proyectos afines a la estadística espacial.

Cognitivas

- Desde el punto de vista de las competencias cognitivas, el curso ayuda a desarrollar habilidades y destrezas que conducen al estudiante a razonar, analizar e interpretar diversos modelos y métodos de análisis de la estadística espacial.
- El curso permite que los estudiantes propongan y planteen problemas prácticos y teóricos mediante su formulación matemática en la estadística espacial, simulando y estructurando a partir de datos georeferenciados modelos de estructuras espaciales. Lo cual genera una mejor comprensión en cuanto a la utilización y administración de los recursos naturales, y de la relación de estos con los seres humanos.

Metodología Pedagógica y Didáctica:

- Comprensión y apropiación de conceptos básicos y tendencias en estadística espacial basados en el modelo del aprendizaje significativo y la interpretación constructivista.
- Programación talleres teórico-prácticos a desarrollarse en grupos de dos (2) a tres (3) estudiantes.
- Explicaciones por parte del docente, con la participación activa de los estudiantes en el dialogo y en las discusiones según el desarrollo del programa.
- Cada unidad didáctica requiere determinar y trabajar las ideas previas, a partir de “tramas conceptuales evolutivas” que permiten seguir el curso de evolución de las ideas previas de los estudiantes.
- Desarrollo del proyecto final y elaboración del informe por parte de los estudiantes. Esta metodología permite estructurar nociones y conceptos a través de la observación, interpretación y comprensión de la realidad en contraste y continua confrontación con los

conocimientos adquiridos en el aula.

- El desarrollo y socialización de talleres, informes y exposiciones para la aplicación de los conceptos y metodologías aprendidas, permitirán la construcción del conocimiento de manera colectiva, participativa y dinámica.
- Consultas bibliográficas y lecturas complementarias sobre los distintos temas del programa
- Elaboración de escritos de ejercicios propuestos, informes, comentarios y preparación de discusión en clase sobre lecturas, según el programa y la bibliografía correspondiente

RECURSOS

Ayudas audiovisuales (VideoBeam) y de presentación de imágenes de computador.

Recursos Informáticos (Salas de computo):

Programas y/o software: TeamViewer 9, ArcGIS 10.2 modulo Geostatistical Analysis, GeoDA 0.95, R program (módulos asociados a la estadística espacial en particular a geoestadística; geoR, akima, sgeostat, geospt, gstat, spdep y spatstat), Excel y gretl.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS GUÍA

Bardossy, A. 2001. Introduction to Geostatistics. Univ. of Stuttgart. Pag. 134.

Bivand R., Pebesma E. y Gómez V. 2013. Applied Spatial Data Analysis with R. Springer. Pag. 374.

Armstrong, M., 1998. Basic Linear Geostatistics. Springer. Pag. 154.

Clark, I. 2001. Practical Geostatistics. Elsevier Publishing, New York. Pag. 120

Cressie, N. 1993. Statistical for Spatial Data. John Wiley & Sons, New York. pp. 900.

Dale, M. 1999. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology. Cambridge University press, Cambridge.

Díaz M. (2002). Geoestadística Aplicada. Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA, Cuba. pp.

131. <http://mmc2.geofisica.unam.mx/cursos/geoest/GeoEstadistica.pdf>.

Giraldo, R. 2003. Introducción a la Geoestadística. Simposio de Estadística Aplicada a las Ciencias Ambientales 2002. Pág. 93.

<http://www.docentes.unal.edu.co/rgiraldoh/docs/LIBRO%20DE%20GEOESTADISTICA..pdf>.

Giraldo, R. 2011. Estadística Espacial. Notas de clase. Universidad Nacional de Colombia.

<http://www.docentes.unal.edu.co/rgiraldoh/docs/NotasClase.pdf>.

Haining, R., 2004. Spatial data Analysis. Theory and Practice. Cambridge University Press. New York. Pag. 432.

Isaaks, E. & R. M. Srivastava. 1989. Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York.

Johnston K, Ver J, Krivoruchko K y Lucas N. 2001., Using ArcGIS Geostatistical Analysis ESRI. pp 300.

Pebesma, E.J. 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. Computers & Geosciences 30: 683-691. pp. 210

Reich Robin M. and Davis Richard. 2000. Quantitative Spatial Analysis (Course Notes for NR/St 523). Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523. Pág, 540.

Samper, F.J. & J. Carrera 1990. Geoestadística. Aplicaciones a la Hidrogeología Subterránea. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

Van. Der. Meer, F. 1993. Introduction to Geostatistics. Freek van der Meer Geology Division. Pág. 72

Upton, G & B. Fingleton. 1985. Spatial Data Análisis by Example: Volume I. Point pattern and Quantitative Data.

TEXTOS COMPLEMENTARIOS

- Anselin, L., 1988. Spatial Econometrics Methods and Models. Departments of Geography and Economics, University of California, Santa Barbara. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London. Pag. 284.
- Arbia, G. (2006). Spatial econometrics: statistical foundations and applications to regional convergence *Advances in spatial science* Springer. Pag. 207.
- Arlinghaus, S., 1996. Practical Handbook of Spatial Statistics. CRC Press. Boca Raton - New York. Pag. 307.
- Chica, O, J. Teoría de las Variables Regionalizadas “Aplicación en economía Espacial y Valoración Inmobiliaria”
- Chiles, J. and Delfiner, P. 1999. Geostatistics. Modeling Spatial Uncertainty. John Wiley and Sons, New York. Pág. 695.
- Diggle, Peter, J. 2003. Statistical Analysis of Spatial Point Patterns, Second Edition, Oxford University Press, New York. Pag.159.
- Diggle, P. Ribeiro, P. 2007. Model Based Geostatistics, Springer, pp 228.
- Gamma Design. 1995. GS+. Geostatistical software for the Agronomic and Biological Science, version 2.3. Plainwell, Michigan.
- Journel, A.G. y Ch. J. Huijbregts. 1978. Mining Geostatistics, Academic Press, New York.
- Matheron, G. 1962. Traite de Geostatistique Appliquee, Tome I. Memoires bureau de Recherches Geologiques et Minieres, N 24. Editions Bureau de Recherche et Minieres, Paris.
- Myers, D. E. 1987. Optimization of Sampling Locations for Variogram Calculations. Water Resources Research. 23(3): 283(93).
- Schabenberger O. and Gotway C. 2005. Statistical Methods for Spatial Data Analysis. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton – London - New York, 2005 Pag. 488.
- Stein, A., Van der Meer, F, and Gorte, B., 2002. Spatial Statistics for Remote Sensing. Remote Sensing and Digital Image Processing. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London. Pag. 284.
- Trevor, C. B. y Anthony, C. G. 1995. Interactive Spatial Data Analysis. Pearson Education Limited. Pag. 413.
- Wackernagel. H. 2003. Multivariate Geostatistics. An Introduction with Applications. Springer-Verlag, Berlín.
- Waller, L. A. and Gotway, C. A., 2004. Applied Spatial Statistics for Public Health Data. John Wiley & Sons. Inc., Publication. New Jersey. Pag. 494.

PÁGINAS WEB

R: <http://www.r-project.org/>
R spatial projects: <http://sal.uiuc.edu/csiss/Rgeo/>
ArcGIS GeostatisticalAnalyst: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisxtensions/geostatistical/>
<http://www.geog.uu.nl/gstat/>
<http://www.spatialanalysisonline.com/output/html/DeterministicInterpolationMethods.html>
<http://www.maplibrary.org/stacks/africa/Cameroon/index.php?language=spanish>
<http://erre-que-erre-paco.blogspot.com.es/>
Libro: A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables:
http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eusoils_docs/other/EUR22904en.pdf
<http://spatial-analyst.net/book/node/388>
<http://www.csiro.au/Portals/Publications/Research--Reports/Spatial-Point-Patterns-in-R.aspx>
http://www.colorado.edu/geography/class_homepages/geog_4023_s11/lectures.html

DATOS DEL DOCENTE

NOMBRE : JUAN CARLOS ALVAREZ FORERO

PREGRADO : INGENIERO CATASTRAL Y GEODESTA

POSTGRADO : ESPECIALISTA EN GEOESTADISTICA

FIRMA DEL DOCENTE

FECHA DE ELABORACIÓN Y ENTREGA: Marzo 09 de 2018