

IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO EN R. Y COMPARACIÓN GEOESTADÍSTICA ENTRE ARCGIS Y R

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

CARLOS EDUARDO MELO MARTÍNEZ

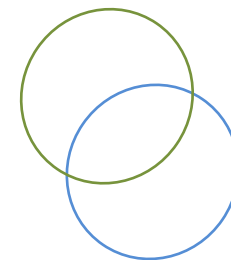
Profesor Asociado. Programa de Ingeniería Catastral y Geodesia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia

OSCAR ORLANDO MELO MARTÍNEZ

Profesor Asociado. Departamento de Estadística. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

SANDRA ESPERANZA MELO MARTÍNEZ

Profesora Asistente. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

III Jornadas de Usuarios de R

17 y 18 de Noviembre de 2011

Escuela de Organización Industrial, Madrid



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

INTRODUCCIÓN

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

La presente investigación se centra en el área Geoestadística y se enfoca en los siguientes aspectos:

- ✓ Función para la construcción de la semivarianza de la media recortada
- ✓ Función para anidar funciones de semivarianza a partir de funciones desplazadas con los modelos teóricos de semivarianza; esférico, exponencial y gaussiano
- ✓ Función para la construcción del pocket plot (útil para el análisis de estacionariedad local)
- ✓ Función para la interpolación spline a partir de las funciones de base radial; multicuadrática y multicuadrática inversa
- ✓ Función para la validación cruzada que permite validar los métodos de interpolación a partir de los errores
- ✓ Comparación en el funcionamiento de los programas ArcGIS y R en sus módulos geoestadísticos, analizando sus bondades, limitaciones y en general el comportamiento para este tipo de análisis estadístico.

MODELAMIENTO DEL SEMIVARIOGRAMA

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

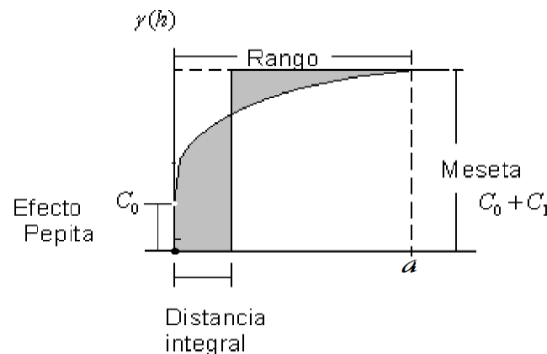
Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

El semivariograma es una función monótona no decreciente, ya que al aumentar h también aumenta, al menos en sentido cuadrático, la diferencia entre $Z(S_i)$ y $Z(S_j)$ cuenta con tres partes que son identificables fácilmente:

- ✓ Efecto pepita: se denota por C_0 y representa una discontinuidad puntual del semivariograma en el origen
- ✓ Meseta: se denota por C_1 y es la cota superior o el límite del semivariograma cuando la distancia h tiende a infinito.
- ✓ Rango: corresponde se denota por a y es la distancia a partir de la cual dos observaciones son independientes.



MODELOS TEÓRICOS DE SEMIVARIANZA

Introducción

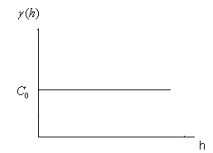
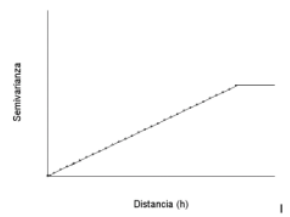
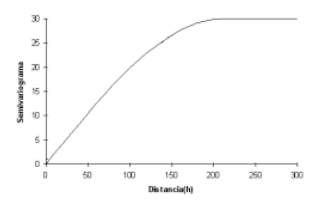
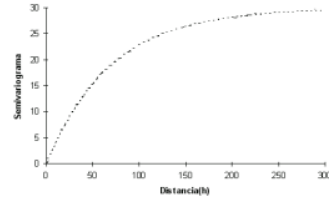
Materiales y Métodos

Anidamiento de Funciones

Pocket Plot

Comparación R - ArcGIS

Conclusiones

	MODELO	FUNCIÓN DE SEMIVARIANZA	FUNCIÓN DE COVARIANZA	GRAFICA $\gamma(h)$
Modelos acotados o transitivos	Modelo efecto pepita	$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & \text{si } h = 0 \\ C_0 & \text{si } h > 0 \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_0 & \text{si } h = 0 \\ 0 & \text{si } h > 0 \end{cases}$	
	Modelo lineal con meseta	$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 \left(\frac{h}{a}\right) & \text{si } 0 \leq h \leq a \\ C_0 + C_1 & \text{si } h > a \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_1 \left(1 - \left(\frac{h}{a}\right)\right) & \text{si } 0 \leq h \leq a \\ 0 & \text{si } h > a \end{cases}$	
	Modelo esférico	$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & \text{si } h = 0 \\ C_0 + C_1 \left(\frac{3}{2}\left(\frac{h}{a}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{a}\right)^3\right) & \text{si } 0 < h \leq a \\ C_0 + C_1 & \text{si } h > a \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 & \text{si } h = 0 \\ C_1 \left(1 - \frac{3}{2}\left(\frac{h}{a}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{h}{a}\right)^3\right) & \text{si } 0 < h \leq a \\ 0 & \text{si } h > a \end{cases}$	
	Modelo exponencial	$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 \left(1 - e^{\left(\frac{-3h}{a}\right)}\right) & \text{si } h > 0 \\ 0 & \text{si } h = 0 \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_1 \left(e^{\left(\frac{-3h}{a}\right)}\right) & \text{si } h > 0 \\ C_0 + C_1 & \text{si } h = 0 \end{cases}$	

MODELOS TEÓRICOS DE SEMIVARIANZA

Introducción

Materiales y Métodos

Anidamiento de Funciones

Pocket Plot

Comparación R - ArcGIS

Conclusiones

	MODELO	FUNCIÓN DE SEMIVARIANZA	FUNCIÓN DE COVARIANZA	GRAFICA $\gamma(h)$
Modelos acotados o transitivos	Modelo gaussiano	$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 \left(1 - e^{\left(\frac{-3h^2}{a^2} \right)} \right) & \text{si } h > 0 \\ 0 & \text{si } h = 0 \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_1 \left(e^{\left(\frac{-3h^2}{a^2} \right)} \right) & \text{si } h > 0 \\ C_0 + C_1 & \text{si } h = 0 \end{cases}$	
	Modelo circular	$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & \text{si } h = 0 \\ C_0 + C_1 \left(1 - \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(\frac{h}{a} \right) + \frac{2h}{\pi a} \sqrt{1 - \left(\frac{h}{a} \right)^2} \right) & \text{si } 0 < h \leq a \\ C_0 + C_1 & \text{si } h > a \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 & \text{si } h = 0 \\ C_1 \left(\frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{2h}{\pi a} \sqrt{1 - \left(\frac{h}{a} \right)^2} \right) & \text{si } 0 < h \leq a \\ 0 & \text{si } h > a \end{cases}$	
	Modelo efecto agujero	$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 \left(1 - \frac{\text{sen}(h)}{h} \right) & \text{si } h > 0 \\ 0 & \text{si } h = 0 \end{cases}$	$C(h) = \begin{cases} C_1 \left(\frac{\text{sen}(h)}{h} \right) & \text{si } h > 0 \\ C_0 + C_1 & \text{si } h = 0 \end{cases}$	

MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN GEOESTADÍSTICOS

Los métodos kriging usan la información obtenida en los modelos de semivarianza y covarianza, en la generación de pronósticos de la variable regionalizada $Z(S_0)$

Introducción

Materiales y Métodos

Anidamiento de Funciones

Pocket Plot

Comparación R - ArcGIS

Conclusiones

MÉTODO DE INTERPOLACIÓN	PRONÓSTICO $\hat{Z}(S_0)$	CONSTRUCCIÓN SEMIVARIOGRAMA-COVARIOGRAMA	PESOS λ_i	RESTRICCIÓN POR INSESGAMIENTO	VARIANZA
KRIGING ORDINARIO	$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(S_i)$	A partir de $Z(S_i)$	$\hat{\lambda} = (\Gamma_{\hat{y}}^{ks})^{-1} \Gamma_{i0}^{ks}$ con $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$,	$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$	$\sigma_{KO}^2 = \lambda' \Gamma_{i0}$
KRIGING SIMPLE	$\hat{Z}(S_0) = m + \hat{\varepsilon}(S_0)$ donde, $\hat{\varepsilon}(S_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \varepsilon(S_i)$	A partir de $\varepsilon(S_i) = Z(S_i) - m$ donde, m es la media poblacional de $Z(S_i)$	Los λ_i pueden tomar cualquier valor. $\hat{\lambda} = (C_{\hat{y}}^{ks})^{-1} C_{i0}^{ks}$	No hay	$\sigma_{KS}^2 = \sigma^2 - \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0}$
KRIGING UNIVERSAL	$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(S_i)$ donde, $Z(S_i) = m(S_i) + \varepsilon(S_i)$	A partir de $\varepsilon(S_i) = Z(S_i) - m(S_i)$ donde, $m(S_i) = \sum_{l=1}^p a_l f_l(S_i)$ asociado a un polinomio de orden (1,2 ó 3)	$\hat{\lambda} = (C_{\hat{y}}^{ku})^{-1} C_{i0}^{ku}$ aquí $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$	$\sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(S_i) = f_i(S_0)$ Si $f_i(S_i) = f_i(S_0) = 1$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$	$\sigma_{KU}^2 = \sigma^2 - \lambda' C_{i0}^{ku}$, aquí $\lambda' C_{i0}^{ku} = \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0} + \sum_{l=1}^p \mu_l f_l(S_0)$

MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN DETERMINÍSTICOS

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

Son técnicas basadas en parámetros que controlan cualquiera de estas variables en la superficie:

- ✓ El grado de similitud de los valores, o
- ✓ El grado de suavización.

DISTANCIA INVERSA PONDERADA (IDW)	$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(S_i)$ <p>aquí, $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$</p>	NO APLICA	$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-p}}$	No hay	NO APLICA
FUNCION BASE RADIAL (FBR) MULTICUADRÁTICA $\phi(r) = (r^2 + \sigma^2)^{1/2}$ MULTICUADRÁTICA INVERSA $\phi(r) = (r^2 + \sigma^2)^{-1/2}$	$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \phi(r) + \lambda_{n+1}$ <p>Aquí : λ_{n+1} es un parámetro de sesgo, y $\phi(r)$ es una función base radial</p>	NO APLICA	$\hat{\lambda} = \Phi^{-1}(\phi - m1)$ <p>aquí $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$</p>	$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$	NO APLICA

ANIDAMIENTO DE FUNCIONES DE SEMIVARIANZA

Introducción

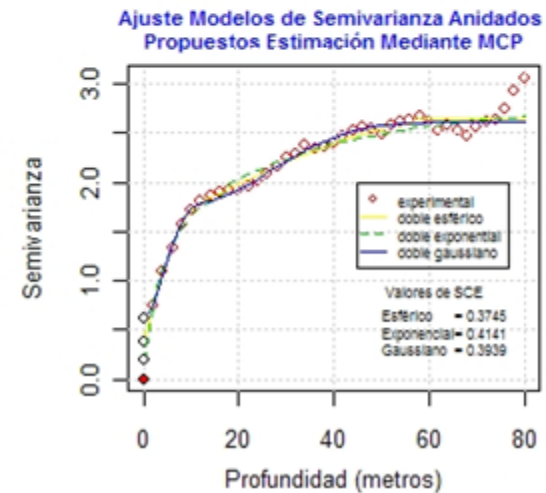
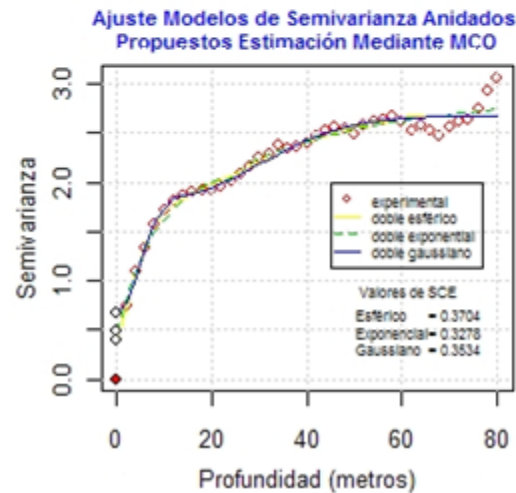
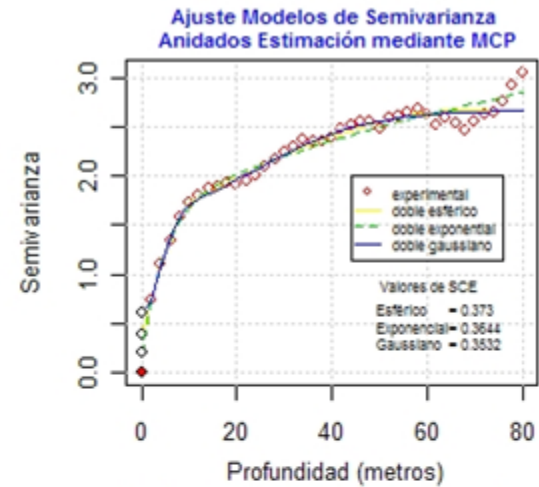
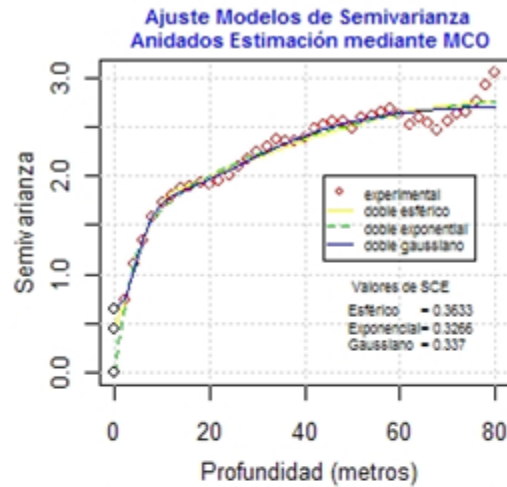
Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones



Clark (2001)

SEMIVARIANZA EXPERIMENTAL MEDIA RECORTADA

Para la media recortada se modifico la suma de la formula de Cressie-Hawkins por la media recortada, en esta propuesta se puede escoger el porcentaje de recorte. Si el porcentaje es del 50%, el estimador coincidirá con el de la mediana, mientras que si el porcentaje de recorte es del 0%, el estimador coincidirá con el estimador robusto de Cressie-Hawkins. Datos Bardossy (2002).

Distancia (km)	Classical		Cressie-Hawkins		Media recortada	
	Sin Atípico	Con un atípico	Sin Atípico	Con un atípico	Sin Atípico	Con un atípico
1.0	128.3	128.3	49.6	49.6	33.0	33.0
2.0	294.2	9903.1	152.0	220.0	120.5	120.5
3.0	405.8	405.8	298.9	298.9	196.4	196.4
4.0	484.4	6523.4	307.0	374.4	243.1	243.1
5.0	349.1	13197.7	236.8	385.7	152.8	156.8
6.0	442.5	18273.1	256.2	455.9	184.3	184.3
7.0	344.4	4674.6	255.6	295.7	165.1	165.1
8.0	435.3	22363.6	313.0	618.7	212.5	212.5
9.0	424.6	12184.0	301.0	439.7	202.4	202.4
10.0	395.6	22347.6	251.3	525.5	168.5	168.5

El estimador de la media recortada arroja mejores resultados ante la presencia de datos atípicos y por ende es más robusto.

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

POCKET PLOT EN DIRECCIÓN NORTE-SUR

Técnica para identificar un área atípica localizada con respecto al modelo de estacionariedad, se construye para aprovechar la naturaleza espacial de los datos a través de las coordenadas de filas y columnas. Ubicación espacial de una muestra de cenizas de carbón, Cressie 1993

Introducción

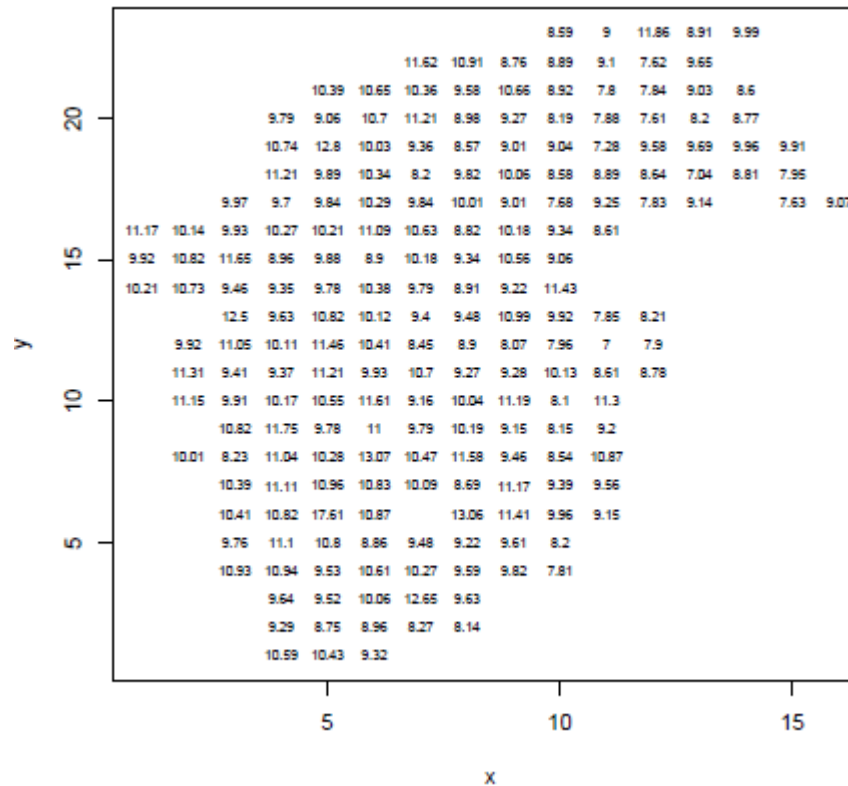
Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones



POCKET PLOT EN DIRECCIÓN NORTE-SUR

Introducción

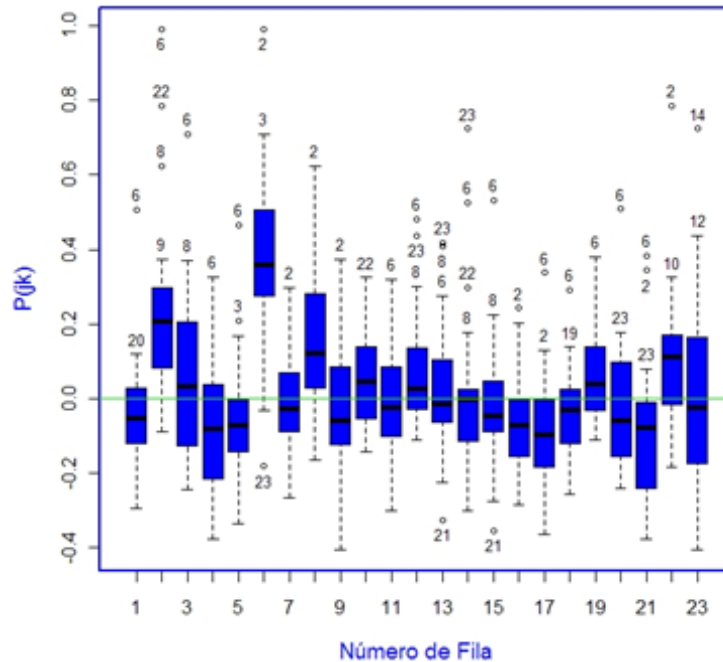
Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

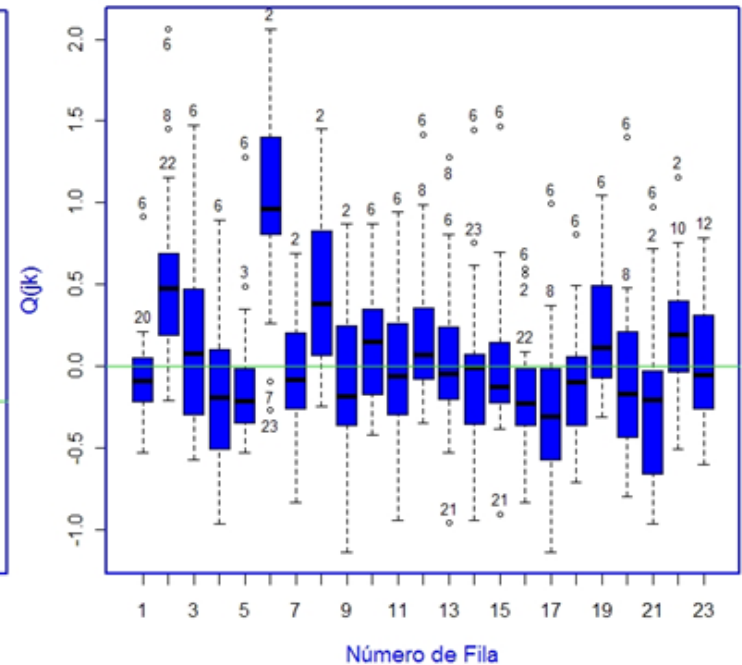
Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones



No estandarizado

Es evidente que la fila 2, 6 y 8 son atípicas en el que los valores $(P_{2,k})$, $(P_{6,k})$, y $(P_{8,k})$ están dispersos por encima de cero.



Estandarizado

MAPAS DE PRONÓSTICO DE INTERPOLACIONES GEOESTADÍSTICAS

Introducción


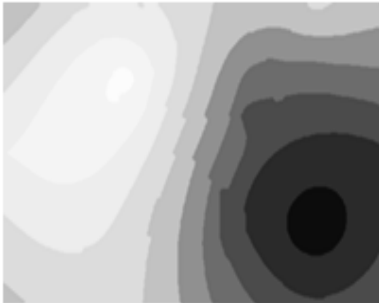




Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

	KO	KS	KU orden 1
ARCGIS 10			
R			

No existen diferencias entre los dos programas para KO, KS y KU en el caso analizado.

MAPAS DE PRONÓSTICO DE INTERPOLACIONES DETERMINISTICAS

Introducción


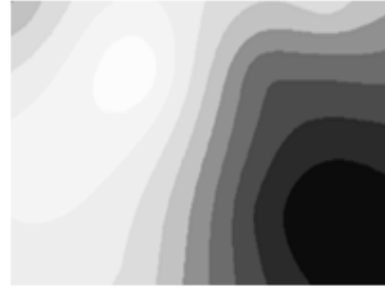
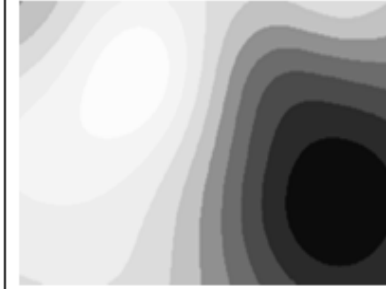

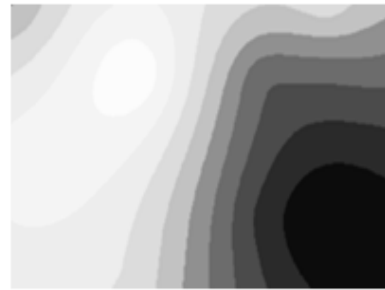
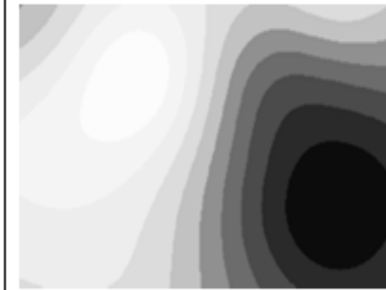
Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

	IDW	FBR Multiquadratic	FBR Inverse Multiquadratic
ARCGIS 10			
R			

No existen diferencias entre los dos programas para IDW, FBR Multicuadrática y Multicuadrática inversa en el caso analizado.

COMPARACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO GEOESTADÍSTICO ENTRE ARCGIS Y R

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

PROCEDIMIENTO	ArcGIS	R
TAMAÑO	Entre 1.5 y 2.0 gigas	Aproximadamente entre 400 y 500 MG. Depende de la cantidad de paquetes instalados.
MODELAMIENTO SEMIVARIOGRAMA Ó COVARIOGRAMA	Incorpora los modelos clásicos como esférico, exponencial, gaussiano, circular, pentaesférico, efecto agujero y besel, e incorpora los modelos tetraesférico y racional cuadrático, estos dos últimos no están en el paquete gstat de R	Incorpora modelo teóricos de semivarianza acotados y no acotados. Los modelos no incorporados en ArcGIS que si incorpora R son: lineal, periódico, logarítmico, de potencia, spline y legendre.
	El calculo del semivariograma experimental se realiza a partir de la expresión de matheron (estimador clásico), y no de Cressie (estimador robusto). No permite el cálculo del semivariograma a partir de la media recortada o la mediana.	Amplia gamma de funciones para ajustes empíricos y teóricos, a partir de paquetes como gstat, geostat y geoR. Se pueden calcular semivariogramas a partir de métodos clásicos y robustos, aquí se implemento la función " <i>est.variograms</i> ", del paquete sgeostat para el calculo de las semivarianzas a partir de la media recortada
	Limitadas posibilidades en el ajuste del semivariograma, tan solo considera MCP. Y no genera estadísticos de calidad del ajuste como la SCE o el AIC	Permite ajustes a partir de MCO, MCP, ML y REML.
	En el modelamiento se pueden anidar hasta 3 modelos de semivarianza o covarianza.	Se pueden anidar 2, 3 o más modelos de semivarianza ó covarianza.
	Se puede definir, número de rezagos, tamaño del rezago, y permite modelar la anisotropía, generando directamente un diagrama de rosa que permite evaluar el semivariograma o covariograma en las diferentes direcciones espaciales.	Se puede definir, número de rezagos, tamaño del rezago, y permite modelar la anisotropía. No se dispone de una función para el diagrama de rosa, el análisis queda limitado a al construcción del semivariograma ó covariograma en diferentes direcciones

COMPARACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO GEOESTADÍSTICO ENTRE ARCGIS Y R

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

MÉTODO DE INTERPOLACIÓN	ArcGIS	R
KRIGING ORDINARIO	Permite remover la tendencia y transformar a partir de la transformación Box-Cox y Log.	Tambien permite remover la tendencia y consideran una amplia gamma de transformaciones incluyendo la Box-Cox.
KRIGING SIMPLE	Permite remover la tendencia y transformar a partir de la transformación Box-Cox y Log. Se establece la media de la variable regionalizada (v_r) por defecto, y se puede modificar.	Tambien permite remover la tendencia y consideran una amplia gamma de transformaciones incluyendo la Box-Cox. Se debe especificar la media de la v_r , ya que no la toma por defecto, y si no se establece asume que esta realizando kriging ordinario en la función <i>krige</i>
KRIGING UNIVERSAL	Permite modelar la tendencia, considerando polinomios de orden 1, 2 y 3.	Permite modelar la tendencia, considerando polinomios de orden 1, 2, 3 y ordenes superiores.
	En caso de presentar tendencia en una sola dirección (x ó y), no remueve la coordenada que no presenta tendencia en el modelo.	La tendencia se puede considerar en una sola dirección (asociada a la coordenada x ó y), es decir se pueden remover términos.
	Muestra ventanas dinámicas con la representación de la tendencia, que le permiten al usuario visualizar mejor el orden de los polinomios. Además permite ajustes a partir de polinomios locales.	No esta implementada en las funciones de los paquetes de R para análisis geoestadístico, la función que permita realizar una interpolación con polinomios locales. El orden de los polinomios se puede también visualizar con sgeostat en la función <i>fit.trend</i> .

COMPARACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO GEOESTADÍSTICO ENTRE ARCGIS Y R

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

MÉTODO DE INTERPOLACIÓN	ArcGIS	R
DISTANCIA INVERSA PONDERADA (IDW)	Por defecto considera $p=2$, para la construcción de los pesos. Pero permite optimizar p , en función de la minimización de la SCE.	Se puede realizar la interpolación con el paquete <code>gstat</code> , con la instrucción <code>krige</code> , en el caso de no especificar un modelo de semivarianza (aquí $p=2$ por defecto y no se podrá modificar). Y directamente con la función <code>idw</code> , caso en el cual el usuario si puede establecer un valor para p diferente. Se diseñó una función que permite optimizar el valor de p en función de la SCE.
FUNCIÓN BASE RADIAL (FBR)	Incorpora las funciones de base radial FBR; spline completamente regularizada, spline con tensión, multicuadrática, multicuadrática inversa y spline placa delgada.	No incorpora las funciones de base radial, por lo cual se implementó la función " <code>fbr</code> ", la cual permite realizar las interpolaciones con las FBR multicuadrática y multicuadrática inversa.
	Permite optimizar directamente los factores asociados al suavizamiento, en búsqueda de una menor SCE.	Se implementó el proceso de optimización de la SCE, con el fin de encontrar el parámetro de suavizamiento de la FBR.
	La función sigmoideal multicuadrática inversa es usada en los diferentes métodos de interpolación, para suavizar tanto el efecto "ojos de toro", como las discontinuidades generadas en vecindarios locales. Esto está disponible a partir de la versión 9.2	No ha sido implementado dicho proceso de suavizamiento en los paquetes geoestadísticos del programa R.
	Permite realizar interpolaciones polinomiales locales y globales (es decir, ajustes de modelos a partir de polinomios de orden 1, y 2).	La interpolación polinomial local aún no ha sido implementada, sin embargo la interpolación polinomial global puede ser realizada, considerando un ajuste a partir de modelos lineales, con polinomios de diferentes órdenes.

COMPARACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO GEOESTADÍSTICO ENTRE ARCGIS Y R

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

MÉTODO DE INTERPOLACIÓN	ArcGIS	R
OTROS MÉTODOS	Tanto en la interpolación polinomial local como global, no se permite remover términos de los polinomios, en los casos en donde alguna variable (coordenada x o y) resultase ser no significativa estadísticamente.	La tendencia se puede considerar en una sola dirección (asociada a la coordenada x ó y), es decir se pueden remover términos. Del modelo lineal, que estaría asociado a la interpolación polinomial global.
	No permite realizar kriging en bloques.	Con la instrucción <code>block</code> , en la función <code>krige</code> del paquete <code>gstat</code> se pueden definir bloques para la realización de kriging en bloques.
VALIDACIÓN CRUZADA	Ya están programadas una serie de funciones que permiten a partir del error, evaluar la bondad de ajuste. Estas funciones son: MPE, ASEPE, RMSPE, MSPE Y RMSSPE. Criterios de ajuste como el coeficiente de determinación, aún no están incorporados. La validación cruzada se puede salvar directamente como un archivo de extensión <code>dbf</code>	Posibilidades a partir de <code>geoR</code> (<code>krige.conv</code> , con <code>predict</code> y <code>krige.var</code>) y <code>gstat</code> (<code>krige.cv</code>). Se pueden programar funciones para validar los métodos de ajuste, como la presentada aquí " <i>critero.cv</i> ", la cual es comparable con la del modulo de geoestadística de ArcGIS.
MAPAS DE PRONÓSTICO	Genera 4 tipos de mapas: de pronóstico de variable regionalizada (<code>vr</code>), de desviaciones estándar de <code>vr</code> , de probabilidades (del pronóstico estandarizado), y de cuantiles. Se puede asociar directamente a un sistema de coordenadas (UTM, y a un elipsoide internacional) El tiempo de procesamiento para generar un mapa es corto.	Con la instrucción <code>splot</code> de <code>gstat</code> es posible obtener un mapa de predicción tanto para la variable regionalizada como para la varianza (o desviación estándar, al extraer la raíz de la varianza). Además en <code>gstat</code> , la salida de la función <code>krige.cv</code> , permite generar un mapa de probabilidades (del pronóstico estandarizado) con <code>zscore</code> , al igual que en ArcGIS. El tiempo de procesamiento en la generación de los pronósticos asociados a los mapas es largo con respecto a ArcGIS.

CONCLUSIONES

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

La forma de anidamiento clásico presentada a partir de los datos de Clark (2001) permite una primera aproximación de los semivariogramas mixtos. El método propuesto aquí hace referencia a las traslaciones de la gráfica de una función que permite encontrar fácilmente la función de ajuste a partir de los modelos teóricos.

En la comparación de semivariogramas simples o anidados, es muy importante considerar las mismas técnicas de optimización y los valores de partida en dichos procesos de optimización repercuten en los resultados obtenidos, por lo cual se recomienda en todo ajuste de semivariogramas, asignar valores iniciales que correspondan con el comportamiento del semivariograma experimental.

Dado que los paquetes vienen diseñados en lenguaje R y C, el usuario puede modificar el código de las funciones ya implementadas, y ampliar las posibilidades de las funciones (en este sentido la presente investigación amplía las posibilidades para la media recortada, en el caso del calculo del semivariograma) o hacerlas más funcionales reduciendo los tiempos de procesamiento de las mismas.

CONCLUSIONES

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones

El programa ArcGIS, presenta limitaciones en el ajuste del semivariograma y covariograma, dado que solo realiza el ajuste por MCP, mientras en el programa R y mediante diferentes paquetes como: geoR, gstat y sgeostat, se pueden realizar diferentes ajustes por MCO, MCP, ML y REML. Además se pueden comparar directamente los diferentes ajustes mediante criterios como la SCE y al AIC.

Los tiempos de generación de pronósticos de la variable regionalizada y su varianza asociada en el programa R son mayores a los tiempos en el programa ArcGIS, esto se debe en parte al lenguaje de programación.

Se diseñó una función que permite realizar la interpolación determinística de las funciones de base radial multicuadrática y multicuadrática inversa, la cual toma tiempo en su ejecución si el pixelado (es decir la matriz de coordenadas a interpolar) es muy amplio, razón por la cual se recomienda generar pixelados reducidos en la cantidad de puntos, ya que esto reducirá el tiempo de ejecución y el resultado es igualmente bueno.

BIBLIOGRAFIA

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

Bailey T. C. y Gatrell A. C. 1995. Interactive Spatial Data Analysis. Pearson Education Limited. Pag. 413. (p 5).

Bivand R., Pebesma E. y Gómez V. 2008. Applied Spatial Data Analysis with R. Springer. Pag. 374.

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

Cressie N., Hawkins D.H. 1980, "Robust Estimation of the Variogram: I", *Mathematical Geology*, 12 (2), 115-125

Díaz M. 2002. Geoestadística Aplicada. Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA, Cuba. Pág. 131.

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

Matheron, G. (1962). *Traité de Geostatistique Appliquée*, vol. 1. Technip, Paris.

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

Roustant O. et al., 2007. Robust Estimation of the Variogram in Computer Experiments. Ecole des Mines, Département 3MI, 158 Cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne, France.

Samper, F.J. & J. Carrera 1990. Geoestadística. Aplicaciones a la Hidrogeología Subterránea. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. Pág. 484.

R Development Core Team (2010), *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.Rproject.org/>.

R spatial projects: <http://sal.uiuc.edu/csiss/Rgeo/>

ArcGIS GeostatisticalAnalyst: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisxtensions/geostatistical/>

Introducción

Materiales y
Métodos

Anidamiento de
Funciones

Pocket Plot

Comparación R -
ArcGIS

Conclusiones