**Programa Diversity\_Index** 

Registro INDAutor 03-2023-091810384900-01 J.-F. Parrot

El programa **Diversity\_Index.exe** realiza la suma de los diferentes subíndices que entran en la definición del índice de diversidad, por ejemplo, el subíndice geológico, el subíndice proveniente del mapa de suelos, el subíndice geomorfológico. Los subíndices corresponden a las imágenes que provienen del programa **Map\_explor.exe**.

El programa calcula la suma de estos índices y los normaliza según la escala definida por el usuario.

Además, es posible tomar en cuenta los pesos de cada uno de los índices para realizar el cálculo. Algunos ejemplos ilustran el papel que puede jugar esta noción cuando se calcula el índice de diversidad.

Eventualmente, se puede transferir una cuadrícula a la imagen resultante. El programa es capaz de distinguir el tipo de tratamiento que se realizó para generar las imágenes de entrada: malla de celdas cuadradas o bien ventana móvil.

Cuando el programa se abre, se pide elegir el idioma de trabajo: inglés, francés o español (Fig. 1).

Las imágenes se deben imperativamente encontrar en la carpeta “images” de un disco (C, D o un disco definido por el usuario). En esta carpeta, también se necesita crear un archivo donde se almacenan los documentos, tal como imágenes de entrada, informes, imágenes de resultado.

Por ejemplo, C:\images\oaxaca\oax\_geologia.bmp, D:\images\pachuca\geol100.asc Las imágenes de entrada o resultantes pueden ser de formato *raster*, *bitmap* o *ascii.*

El hecho de abrir una imagen de formato *ascii* indica cuales son los valores de las coordenadas UTM; estas coordenadas se pueden necesitar a veces para realizar diversos tratamientos.

En segundo lugar (Fig. 2), se requiere indicar en que disco (*C*, *D* o cualquier otro lugar) se encuentra la carpeta “images”.

|  |
| --- |
| Texto, Carta  Descripción generada automáticamente |
| *Figura 1. Abertura del programa.* |

En seguida, se indica el nombre del archivo, el número de imágenes que se van a tomar en cuenta para realizar el tratamiento, el tipo de formato de estas imágenes y el peso que se atribuye a cada una de estas (Fig. 2).

|  |
| --- |
| Texto  Descripción generada automáticamente |
| *Figura 2. Datos de entrada.* |

Una vez definidos los pesos relativos de cada imagen de entrada, se da el nombre genérico de los datos de salida. El formato de la imagen de salida puede ser *raster*, *bitmap* o *ascii.* Si por lo menos una de las imágenes de entrada tiene el formato *ascii*, no se necesita introducir los valores de las coordenadas UTM (*X\_min* y *Y\_min*), si no el programa pide esta información.

En este nivel, el programa pregunta si el área de estudio está incluida en una máscara (*raster*, *bitmap* o *ascii*); la máscara debe tener el valor 1 y el fondo debe ser igual a 255.

Después (Fig. 3), se requiere indicar cual será el número de segmentos, por ejemplo, aquí, 5 que corresponden a una escala de valores de la diversidad *EVD* del tipo: *muy débil*, *débil*, *promedio*, *fuerte*, *muy fuerte*; pero esta segmentación puede ser diferente.

El programa busca el valor máximo *Vmax* del resultado *Res* proveniente del cálculo siguiente:

donde *nsegm* es el número de imágenes que se toman en cuenta, *pix(i,j)* el valor del pixel en la imagen *n* (*i* para las líneas y *j* para las columnas) y *wn* el peso atribuido a la imagen *n*.

Los valores *VD* de la diversidad se calculan de la manera siguiente:

|  |
| --- |
| Texto  Descripción generada automáticamente |
| *Figura 3. Nombre de la imagen resultante y número de segmentos.* |
|  |

Una exploración de los datos de entrada genera una tabla de valores (número de píxeles y porcentaje de los ítems en cada imagen de entrada); la información que aparece en la figura 4 se reporta en un informe (nombre de la imagen de salida con extensión *\_info.txt*).

|  |
| --- |
| Tabla  Descripción generada automáticamente |
| *Figura 4. Exploración de los datos de entrada.* |

El programa calcula y maneja los datos utilizando las fórmulas reportadas arriba y si no se especifica nada más, el programa guarda directamente y salva los resultados en una imagen que se presenta en diversos formatos. Pero existe también la posibilidad de reportar sobre la imagen la malla que se utilizó para generar imágenes de los subíndices de diversidad que sirven de datos de entrada en el presente programa.

|  |
| --- |
| Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Correo electrónico  Descripción generada automáticamente |
| *Figura 5. Fase final del programa.* |

La figura 5 muestra cuales son los órdenes que permiten sobreponer el dibujo de la malla. En realidad, el dibujo de la malla se justifica totalmente cuando los subíndices se calcularon utilizando la malla de celdas con el programa **Map\_explor.exe**.

Si se trata de subíndices calculados con una ventana móvil, el dibujo de la malla es sobre todo ilustrativo.

El programa pide si el usuario desea dibujar la malla. En el caso de una respuesta positiva, tomando en cuenta criterios estructurales, el algoritmo es capaz de distinguir el tipo de tratamiento (malla o ventana móvil) que generó las imágenes de subíndices. Sin embargo, el programa pregunta si la respuesta es correcta, dejando la posibilidad de modificar el diagnóstico.

Una vez definido con certeza el tipo de tratamiento, se indica cuáles serán los parámetros que se van a usar para dibujar la malla:

1. el tamaño del lado del píxel en metros; este valor aparece en los archivos descriptivos de la imagen de entrada (*raster* o bien *ascii*) o se precisa cuando la imagen de entrada es un *bitmap*.
2. las coordenadas UTM de la esquina inferior izquierda de la imagen; estos datos se recuperan si una de las imágenes de entrada tiene el formato *ascii*, si no se necesita introducirlas.

El rango *R* de la ventana de cálculo. Como lo vimos en la documentación sobre el programa **Map\_explor.exe**, este rango *R* depende del tipo de celda o de ventana móvil utilizado para generar los subíndices; cuando se trata de una ventana móvil, *R* es más grande (25 para una zona de 20 km2 y un píxel de 100 × 100 metros) cuando la forma de la ventana es circular que cuando la forma es cuadrática (22). Este punto es importante y requiere reportarse a la información que acompaña los tratamientos anteriores. En el caso de un tratamiento que utilizó una malla de celdas, *R* corresponde al valor mínimo.

Dentro de los documentos de salida se encuentran:

* la imagen (*raster*, *bitmap* o *ascii*). Utilizar una paleta para visualizar el resultado (Fig. 6).
* un archivo informativo con extensión *\_info.txt* (Fig. 7).
* un archivo Excel (Fig. 8) con el histograma de los rangos de diversidad (extensión *\_histo.xls*)

|  |  |
| --- | --- |
| Diagrama  Descripción generada automáticamente con confianza media | *Figura 6. Ejemplo de paleta para 5 niveles.* |

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Figura 8. Histograma de los Niveles de diversidad.* |

* en el caso de un tratamiento de entrada de tipo malla de celdas cuadráticas, dos archivos que permiten realizar interpolaciones a partir del valor del centro de cada celda. El primero (Fig. 9) con extensión *\_points\_ij.txt* contiene por celda los valores de *j*, *i* e *índice de diversidad*; el segundo (Fig. 10) con extensión *\_point\_utm.txt* contiene por celda los valores de *X*, *Y* e *índice de diversidad*.

Existen tres ejemplos de tratamiento:

1. subíndices calculados en una malla de celdas cuadradas;
2. subíndices calculados con una ventana móvil cuadrada;
3. subíndices calculados con una ventana móvil circular.
4. **Subíndices calculados con una malla de celdas cuadradas**

En este ejemplo, se tomó en cuenta una imagen de la geología (Fig. 9) y una imagen de los suelos (Fig. 10) de la región de Oaxaca para realizar el tratamiento.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Figura 9. Mapa geológico.* | *Figura 10. Mapa de los suelos.* |

Se calculó la diversidad de cada una de las dos imágenes utilizando un proceso de malla de celdas. Estos tratamientos se realizaron con un tamaño de celda de 22; el programa **Map\_explor.exe** (ver Manual correspondiente) dispone de una función que permite definir el número de píxeles del borde *c* de las celdas a partir de una superficie *Skm* en km2 y un tamaño del píxel *TP* en metros; así, para una superficie deseada de 20 km2, el borde *c* de la celda es de 22. El cálculo es el siguiente:

*S* = *Skm* × 10000000

donde *Rcircle* es el valor del rango *R* para un círculo y *Rsquare* el rango *R* para un cuadrado.

Así, aplicando la formula *c* = (*R* × 2) + 1 que relaciona el valor del rango *R* al tamaño *c* del borde de la celda se obtiene el tamaño *c* de la celda, aquí (22 × 2) + 1 = 45.

Los dos subíndices de las figuras 11 y 12 representan la base en la cual se realiza el cálculo atribuyendo un peso a cada uno de estos índices.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Figura 11. Subíndice de diversidad (geología).* | *Figura 12. Subíndice de diversidad (suelos).* |

Este cálculo se hizo con cinco niveles de diversidad.

El resultado presentado en la figura 13 corresponde únicamente a los valores del índice de diversidad y en la figura 14 se materializa la malla de celdas.

Se aplicó el mismo peso a los dos subíndices, al contrario de lo que se presenta en las figuras siguientes (Fig. 15 y 16).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Figura 13. Diversidad* | *Figura 14. Diversidad con malla de celdas.* |

En la figura 15, el peso del subíndice de la geología es mayor que el peso del subíndice de la edafología; es el inverso en la figura 16.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Figura 15. Peso geología > peso suelos.* | *Figura 16. Peso geología < peso suelos.* |

1. **Subíndices calculados con una ventana móvil**

En este caso, para realizar el tratamiento, se toman en cuenta las mismas imágenes: una imagen de la geología (Fig. 9) y una imagen de los suelos (Fig. 10) de la región de Oaxaca.

Cuando se utiliza una ventana móvil, existen dos opciones: ventana cuadrada o circular. Para una superficie de 20 km2, el borde *c* de la celda es de 22 en el primer caso y de 25 en el segundo. El valor más fuerte en el caso del círculo se relaciona con el hecho de que un círculo ocupa menos espacio que el cuadrado que lo contiene (Fig. 17). La superficie del círculo representa 77.98% de la superficie del cuadrado.

|  |
| --- |
| Gráfico, Gráfico circular  Descripción generada automáticamente |
| *Figura 17. Relación ventana cuadrada / ventana circular.* |

Tomando en cuenta estos valores de *R* y de acuerdo con el tamaño del lado *m* del píxel, los parámetros de cada uno de los tratamientos (ventana móvil cuadrada o circular) son los siguientes:

Parámetros de la ventana móvil cuadrada:

*c* = (*R* × 2) + 1 = (22 × 2) + 1

tamaño de la ventana = 45 × 45

superficie (en píxeles) = 2025; superficie (en km2)= 20.250

Parámetros de la ventana móvil circular:

Radio *rc* (en píxeles) = *R* + 0.5 = 25.50

Superficie circular (en píxeles) = 2029

En relación con el tamaño del píxel (100 × 100 metros)

la superficie de la ventana móvil circular es de 2029.000 ha (20.290 km2)

|  |
| --- |
|  |
| *Figura 18. Tratamiento con una ventana móvil cuadrada (R = 22).* |
|  |
| *Figura 19. Tratamiento con una ventana móvil circular (R = 25).* |

En las figuras 18 y 19, aparece el dibujo de la malla de celdas, lo que representa una ilustración, pero que no corresponde a cualquier realidad.

En las dos imágenes siguientes (Fig. 20 y 21), una visión detallada de la respuesta muestra como el procedimiento que utiliza una ventana móvil circular suaviza los contornos.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Figura 20. Detalle del tratamiento con una ventana móvil cuadrada (R = 22).* | *Figura 21. Detalle del tratamiento con una ventana móvil circular (R = 25).* |

**Recomendación importante**: el valor del rango *R* debe ser el mismo en todas las imágenes de entrada, de lo contrario se obtendrán artefactos. Además, se recomienda dar el valor 255 al fondo de estas imágenes.

Dibujo en blanco y negro

Descripción generada automáticamente con confianza media

Ciudad de México, 19 de agosto de 2023