



Combinando Rasters



con
TNTmips®

Antes del Tutorial

Este folleto introduce las operaciones de Combinación de Rasters disponibles en TNTmips®. Estas operaciones le permiten aplicar expresiones matemáticas o lógicas para combinar o transformar un conjunto de dos o más objetos raster, o para derivar valores modificados a partir de un solo objeto raster. Las operaciones de combinación de rasters pueden servir para una amplia variedad de propósitos en la preparación, procesamiento y análisis de datos raster.

Requisitos Previos Este folleto asume que usted a completado los ejercicios en los siguientes folletos *Tutoriales: Desplegando Datos Geoespaciales, y Navegando*. Los ejercicios en estos folletos introducen las habilidades esenciales y técnicas básicas que no son cubiertas nuevamente aquí. Por favor consulte esos folletos y el manual de referencia de TNTmips para cualquier revisión que necesite. Usted deberá usar el proceso de despliegue (Display / Spatial Data) para mirar los objetos de ingreso y salida para estos ejercicios.

Datos de Ejemplo Los ejercicios presentados en este folleto utilizan datos de ejemplo distribuidos con los productos TNT. Si no tiene acceso al CD de productos TNT, usted puede bajar los datos desde el sitio web de MicroImages. En particular este folleto usa los archivos de ejemplo de la colección de datos COMBRAS.

Mas Documentación Este folleto solo intenta ser una introducción a la combinación de imágenes raster. Para mayor información, consulte el Manual de referencia de TNTmips, el cual contiene mas de 70 páginas en los procesos de Combinación de Rasters.

TNTmips y TNTlite™ TNTmips viene en dos versiones: la versión profesional y la versión libre TNTlite. Este folleto se refiere a las dos versiones como "TNTmips." Si usted no compra la versión profesional (la cual requiere de una llave de licencia de software), TNTmips opera en modo TNTlite, el cual limita el tamaño de los objetos, no permite exportar datos y activa el compartir de datos únicamente con otras copias de TNTlite.

Los procesos de Combinación de Rasters no están disponibles en TNTview o TNTatlas. Todos los ejercicios pueden completarse en TNTlite utilizando los geodatos de ejemplo proporcionados.

Randall B. Smith, Ph.D., 17 de septiembre del 2001

Sin una copia a color de este folleto podría ser difícil identificar algunos puntos importantes en algunas ilustraciones. Usted puede imprimir o leer este folleto a color en el sitio Web de MicroImages. Este sitio Web es también su fuente de nuevos Tutoriales sobre otros temas. Usted puede descargar una guía de instalación, datos de ejemplo y la última versión de TNTlite.

<http://www.microimages.com>

Bienvenido a Combinando Rasters

Las operaciones de Combinación de Rasters en TNTmips (disponible en le menú de cascada Process / Raster / Combine) proveen de una variado y poderoso conjunto de herramientas para corregir, realzar, transformar y analizar datos raster. La mayoría de las operaciones requieren un conjunto de objetos raster que estén **coregistrados** (tengan el mismo tamaño de filas y columnas, igual extensión geográfica y tamaño de celda). Cada objeto raster en el conjunto es usado como una variable en una expresión matemática o lógica, la misma que es aplicada en una base de celda a celda a los valores raster del objeto de ingreso, para generar un nuevo conjunto de rasters resultantes. Otras operaciones utilizan funciones matemáticas o lógicas para derivar nuevos valores a partir de un solo raster de ingreso.

Muchos de los procesos de Combinación de Rasters están diseñados para procesar y realzar imágenes multiespectrales (fotos aéreas infrarrojas color escaneadas, recuadros (frames) capturados desde vídeo aéreo, o imágenes satelitarias). Los ejercicios en este folleto están organizados en grupos que ilustran los pasos en varias tareas de análisis o procesamientos comunes. Estas tareas incluyen la creación de varios tipos de índices de rasters, reparación de “datos faltantes” en una banda de un conjunto de rasters, y procesamiento de escenas adquiridas en fechas diferentes para corregirlas de la diferencia en las condiciones de iluminación (normalización de imágenes). Ejecutando estas tareas usted se familiarizará con muchas de las operaciones de Combinación de Rasters.

Los ejercicios usan un conjunto de escenas Landsat Thematic Mapper (TM) de tierras de cultivo cercanas a la ciudad de Hanford, California. Las tres escenas tomadas en abril, junio y octubre de 1993, han sido georeferenciadas y remuestreadas a la misma proyección y cortadas al mismo tamaño raster y extensión geográfica.



Los ejercicios en las páginas 4-7 muestran varias de las operaciones Predefinidas de Combinación de Rasters, con un enfoque en el cálculo de valores índices. La página 8 introduce la transformación de Componentes Principales para la reducción de la dimensionalidad de conjuntos de rasters. El proceso de Decorrelation Stretch (Estiramiento de decorrelación) para realzar conjuntos de datos de rasters múltiples se discute en la página 9. Las páginas 10-15 le llevan a través de las tareas de reparar la falta de datos en un raster de un conjunto de múltiples bandas. Las páginas 16-18 demuestran pasos claves en la normalización de conjuntos de datos multitemporales.



Escena Landsat TM del área de Hanford, CA del 27 de abril de 1993. La banda TM 5 (infrarroja medio) es desplegada como rojo, la TM4 (infrarrojo cercano) como verde y la TM3 (roja) como azul. Las áreas con vegetación son indicadas por los colores verde y el suelo desnudo por rosado y magenta.

Eliminar el Valor de la Radiancia del Camino

PASOS

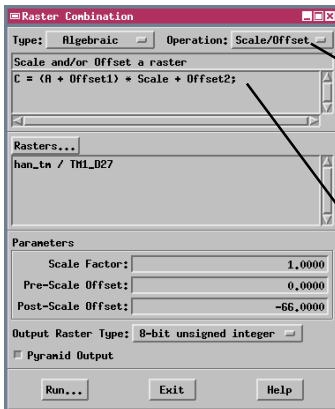
- seleccionar Process / Raster / Combine / Predefined del menú principal de TNTmips
- en la ventana Raster Combination seleccione Scale/Offset del botón de opciones Operation
- clic [Rasters...] y use el proceso estándar File / Object Selection para seleccionar el objeto raster TM1_D27 del Archivo de Proyecto HAN_TM en la carpeta APR27.
- fije en -66 (negativo) el valor de Post-Scale Offset.
- clic [Run...], crear un nuevo Archivo de Proyecto COMBRAS, y aceptar el nombre por defecto para el raster de salida

Las bandas de la escena TM de Hanford corregidas la radiancia del camino se pueden hallar en el Archivo de Proyecto HAN_PR.

Cuando estudiamos las imágenes satelitarias de la superficie de la Tierra, usualmente deseamos utilizar los valores de brillo registrados por el sensor en las varias bandas espectrales, para diferenciar e identificar las diferentes clases de materiales de la superficie. Sin embargo, antes de utilizar las imágenes satelitarias en otras operaciones de Combinaciones de Rasters, se debería usar la operación de Scale/Offset para quitar el valor de la radiancia del camino de cada banda.

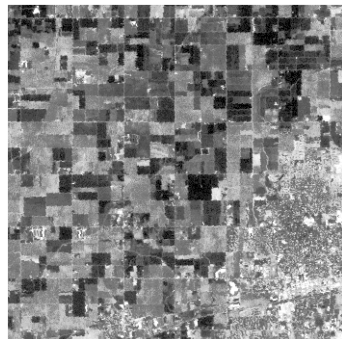
La radiancia del camino es la luz dispersada de regreso al sensor del satélite por las moléculas de gas y polvo presentes en la atmósfera. La luz dispersada se añade a la señal de brillo recibida desde la superficie terrestre. La cantidad de dispersión (y en consecuencia el valor de radiancia del camino) es la más grande para la luz azul (TM banda 1), y decrece con la longitud de onda, haciéndose casi insignificante para las longitudes de onda mayores del infrarrojo medio (TM banda 7). La radiancia del camino también varía para escenas tomadas en fechas diferentes. Varias técnicas de estimar la radiancia del camino son descritas por Sabins (1997, pag. 261) y Jensen (1996, pag.116).

La operación de Scale /Offset le permite multiplicar los valores raster por un factor de escala y añadir en forma separada valores de compensación previos y posteriores al escalamiento. Para quitar el valor de radiancia del camino, mantenga fijo el valor del Factor de Escala en 1.00 e ingrese un valor de compensación negativo.



Seleccione Scale/Offset del botón de opciones de Operation.

Este campo de texto muestra la expresión matemática usada en la operación.



Resultado de restar 66 de cada celda a TM1_D27 para corregir la radiancia del camino.

Mantenga la venta Raster Combination abierta para usarla en los siguientes ejercicios.

Calcular el Cociente de Bandas

Una simple pero muy útil combinación de rasters para imágenes multispectrales es el cociente de dos bandas espectrales. Utilice la operación Algebraic/Divide para crear un cociente de bandas simple de las imágenes.

En una banda espectral individual, los mismos materiales de la superficie pueden tener diferentes valores de brillo de un lugar a otro, debido a que la iluminación varía con el ángulo y dirección (aspecto) de la pendiente, así como por las sombras de las características adyacentes. Debido a que estos efectos de iluminación tienen aproximadamente igual magnitud, independientemente de la longitud de onda, ellos tienden a cancelarse cuando una banda es dividida por otra. Un cociente de bandas de una imagen por lo tanto enfatiza las propiedades inherentes al material de la superficie. En un despliegue de tonos de grises de un cociente de bandas de imágenes, los tonos más claros y oscuros identifican las áreas con mayor diferencia en reflectancia de las dos bandas espectrales. Las áreas con reflectancia similar aparecen en tonos de grises intermedios.

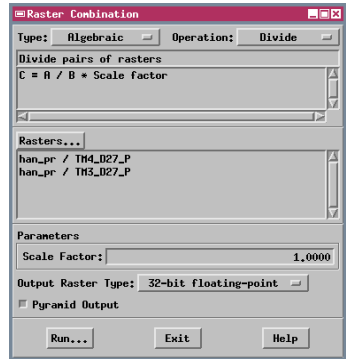
Diferentes combinaciones de cocientes de bandas enfatizan tipos particulares de materiales en la superficie. El cociente de la banda del infrarrojo cercano (TM4) con el rojo (TM3) es ampliamente utilizado como un índice de vegetación.

La vegetación verde exhibe una amplia y única diferencia en reflectancia en estas dos bandas, apareciendo brillante en el infrarrojo cercano y oscura en la banda roja. En un cociente 4/3 de una imagen las áreas cubiertas completamente de vegetación aparecen muy brillantes, y el valor del cociente decrece en la misma medida que decrece la proporción de cobertura vegetal con relación al fondo de suelo.

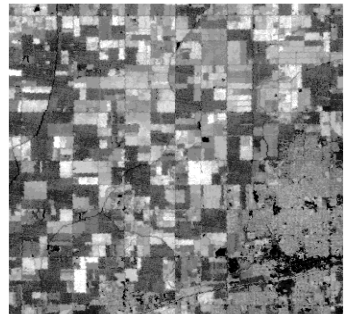
Con raster de entrada de 8bits, el posible rango de los valores de salida del cociente es de 1/255 a 255 (excluyendo los valores de ingreso de 0). Utilizando las bandas multispectrales comúnmente disponibles, los valores del cociente más útiles varían entre 0.4 a 15.0. Utilice un formato de raster de punto flotante (valores decimales) para la salida a fin de preservar el rango completo de valores del cociente sin necesidad de un reescalamiento.

PASOS

- en la ventana Raster Combination seleccione Divide del botón de opciones Operation
- clic [Rasters...], navegue a la carpeta APR27 en el Archivo de Proyecto HAN_PR, y seleccione el objeto TM4_D27_P para A y TM3_D27_P para B



- seleccione punto flotante de 32-bit en el botón de opciones Output Raster Type
- clic [Run...] y dirija el raster de salida al Archivo de Proyecto COMBRAS

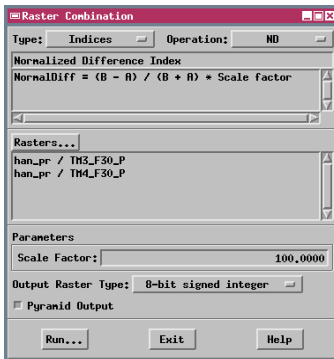


Cociente de imagen TM 4/3 de la escena de April de Hanford desplegada con un realce de contraste atornormalizado. Las áreas brillantes muestran cultivos activamente desarrollados.

Cálculo del Índice de Diferencia Normalizada

PASOS

- en la ventana Raster Combination seleccione Indices del botón de opciones Type; la opción por defecto del botón Operation es ND clic [Rasters...], navegue a la carpeta JUN30 en el archivo de Proyecto HAN_PR, y seleccione el objeto raster TM3_F30_P para A y TM4_F30_P para B
- verifique que el valor de Scale Factor esté fijo en 100
- clic [Run...] y direccionese el raster de salida al Archivo de Proyecto COMBRAS



Las imágenes del Cociente TM 4/3 y NDVI de la escena Hanford TM pueden hallarse en el Archivo de Proyecto HAN_IND.

El simple Cociente de Bandas de una imagen tiene varias desventajas. El ruido del sensor (los cuales son generalmente específicos de ciertas bandas) es acentuado por el cálculo del cociente de bandas. El cociente resultante incluye tanto los valores de la fracción (A / B es menor a 1 cuando $A < B$) como los valores mayores a 1 (para $A > B$). Si los valores son escalados al rango de datos de 8bits (0 a 255) multiplicando por un factor de escala constante, el rango bajo (para $A < B$) se comprime y el rango superior se expande.

El índice de diferencia normalizada es una variante de cálculo de cociente que mitiga estos problemas. La diferencia entre los valores raster correspondientes en dos bandas espectrales (B-A) es “normalizado” al dividirlo por la suma de las bandas (A+B). De la misma forma que en un cociente de bandas simple, las variaciones de brillo debido a la topografía son ampliamente eliminadas. Los

valores de salida pueden variar de -1 a +1, de forma que el rango de datos es simétrico alrededor de 0 ($B = A$). Este rango es fácilmente escalable al rango de datos enteros de 8bits con signo (-127 a +128). El factor de escala por defecto de 100, produce un posible rango de valores de salida de -100 a +100.

El índice de Diferencia de Vegetación Normalizado (NDVI) es un índice ampliamente utilizado para la cobertura de vegetación verde. Este asigna el canal infrarrojo a B y el canal rojo para A. Para datos Landsat

TM $B=TM4$ y $A=TM3$. Los valores altos del NDVI (tonos brillantes) indican una mayor porción de suelo cubierto por vegetación verde.

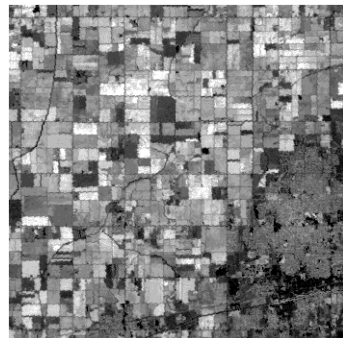


Imagen del NDVI de Hanford de Junio 30 de 1993. Los tonos brillantes indican campos con cultivos que crecen activamente.

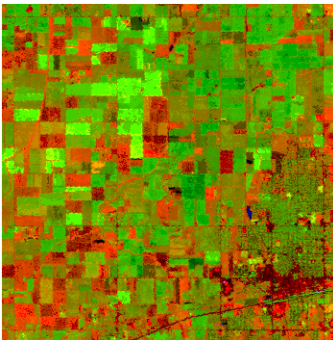
El conjunto de procesos bajo el tipo de índices incluyen una cantidad de operaciones genéricas para extraer las propiedades biofísicas tales como cobertura vegetal y brillo del suelo desde conjuntos de datos multispectrales.

Cálculo de los Índices Tasseled Cap TM

NDVI es un valor derivado que expresa la variación de una propiedad biofísica real de la superficie: el grado de cobertura por vegetación verde. Otra aproximación para obtener valores índices es proyectar los valores espectrales desde un conjunto completo de bandas disponibles, a un nuevo conjunto de ejes coordenados ortogonales en el espacio espectral. Los nuevos ejes son seleccionados para que correspondan lo más cercano posible a propiedades biofísicas importantes.

La transformación Tasseled Cap para las seis bandas no termales de Landsat (1-5 y 7), calcula tres valores de índices: Verdor (un índice de vegetación), Brillo (un índice de brillo del suelo) y la Humedad (un índice de contenido de humedad del suelo). La mayoría de la variabilidad en las condiciones del suelo y vegetación contenidas en las seis bandas TM es expresada en estas tres dimensiones. Cada uno de

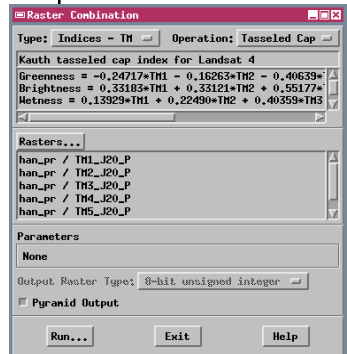
los índices es calculado celda a celda como una suma ponderada (combinación lineal) de los valores de ingreso de la banda. El cálculo tiene la forma de un Valor Índice = $aTM1 + bTM2 + \dots + fTM7$. Los coeficientes de ponderación a hasta f son predefinidos para cada índice y se muestran en el panel de expresión de la ventana Raster Combination.



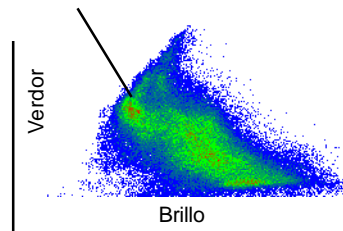
Despliegue RGB del índice raster Tasseled Cap para octubre de la escena Hanford, con Brillo = Red, Verdor = Verde, y Humedad = Blue. Los índices raster para todas las fechas se pueden encontrar en el Archivo de Proyecto HAN_INDX.

PASOS

- en la ventana Raster Combination seleccione Indices - TM del botón de opciones Type; el valor por defecto del botón de opciones Operation es Tasseled Cap
- clic [Rasters...], navegue a la carpeta OCT20 en el Archivo de Proyecto HAN_PR, y seleccione el objeto TM1_J20_P para TM1, TM2_J20_P para TM2, y así sucesivamente hasta TM7
- clic [Run...] y direcciona el raster de salida Verdor, Brillo y Humedad al Archivo de proyecto COMBRAST



La transformación Tasseled Cap toma su nombre por la forma de la distribución de los puntos en un ploteo del Verdor contra el Brillo para regiones típicas con vegetación.



Cálculo de los Componentes Principales

PASOS

- ☑ seleccione Process / Raster / Combine / Principal Components del menú principal de TNTmips
- ☑ clic [Rasters...] en la ventana Principal Components, navegue a la carpeta APR27 en el Archivo de Proyecto HAN_PR, y seleccione los objetos TM1_d27_P a TM7_d27_P
- ☑ clic [Run...] y direccione los seis rasters resultantes de Componentes Principales al Archivo de Proyecto COMBRAS
- ☑ presione [Exit] para cerrar la ventana Principal Components

El proceso de Componentes Principales es otro medio de transformar un conjunto de bandas espectrales para derivar un número reducido de parámetros (**reducción dimensional**) e incrementar la interpretabilidad. De forma similar a la transformación Tasseled Cap, el proceso de Componentes Principales mapea cada conjunto de valores raster de ingreso a un nuevo conjunto de eje coordenados ortogonales. Sin embargo, los coeficientes utilizados en la transformación de Componentes Principales son derivados de una análisis estadístico de los raster de ingreso. El primer componente principal es la dirección de mayor difusión (varianza) en los datos. El segundo componente es la dirección perpendicular al primero con la siguiente mayor varianza. Los otros componentes son determinados por el requerimiento de ejes mutuamente perpendiculares. Este procedimiento genera un conjunto de raster de salida no correlacionados.

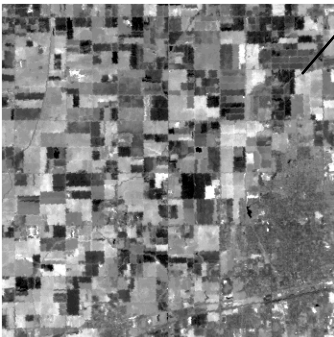
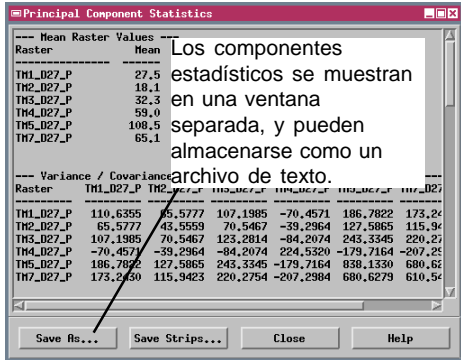
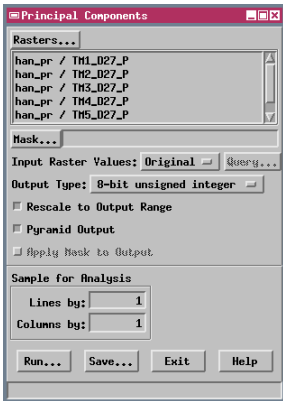
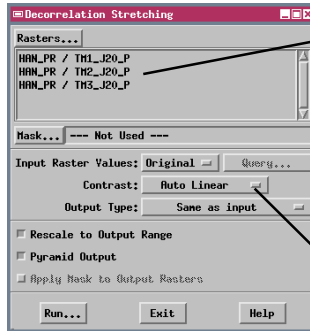


Imagen del primer componente principal de la escena TM Hanford de abril (ver el Archivo de Proyecto HAN_PC). Para escenas TM típicas, sobre el 95% de la variabilidad espectral en las seis bandas no termales se expresa en los primeros tres componentes principales. Estos rasters derivados pueden ser interpretados directamente o utilizados como ingreso para otros procesos tales como Clasificación Automática, en la cual la reducción en el número de rasters de ingreso aumenta considerablemente la velocidad de procesamiento. La reducción dimensional es posible con conjuntos de datos multispectrales comunes debido a que ciertos grupos de bandas espectrales (por ejemplo las bandas de luz visible) muestran una gran correlación en sus respuestas a superficies de materiales similares.

Aplicar Ensanchamiento de Decorrelación

El ensanchamiento de decorrelación es un proceso que realza el despliegue de color de conjuntos de rasters altamente correlacionados, tales como las tres primeras bandas del Mapeador Temático de Landsat. El proceso ejecuta una transformación de componentes principales en el conjunto de bandas de entrada, aplica un ensanchamiento de contraste a los componentes, luego revierte la transformación. Cuando los raster de salida son desplegados en RGB, el tono e intensidad son usualmente similares a la imagen original, pero la saturación de color se incrementa grandemente. Este realce exagera las diferencias en la propiedades espectrales entre materiales de las superficies a un grado mayor que el que es posible usando el realce de contraste convencional de la bandas originales. Como resultado usted puede discriminar más fácilmente variaciones sutiles en los materiales de la superficie usando el conjunto de rasters decorrelacionados.



PASOS

- seleccione Process / Raster / Combine / Decorrelation del menú principal de TNTmips clic [Rasters...] en la ventana Decorrelation Stretching, navegue a la carpeta OCT20 en el Archivo de Proyecto HAN_PR, y seleccione los objetos TM1_J20_P a TM3_J20_P
- clic [Run...] y direcciono los tres raster de salida al Archivo de proyecto COMBRAS
- cierre la ventana Decorrelation Stretching

Usted puede usar más de tres bandas de ingreso en el proceso de decorrelación, pero esto le proporciona el mayor realce para bandas altamente correlacionadas.

Usted puede escoger de entre varios métodos de ensanchamiento de contraste con el botón de opciones Contrast.



Bandas TM3, TM2 y TM1 de Hanford de la escena de octubre desplegadas como Red, Green y Blue (respectivamente), proporcionando una vista de la escena en "color natural".



Igual combinación de bandas después del ensanchamiento de decorrelación. El incremento en la saturación permite distinguir diferentes cultivos (verdes) y diferentes tipos o condiciones de suelos (tonos de naranja, rojo, café).

Definir el Umbral del Raster para Crear una Máscara

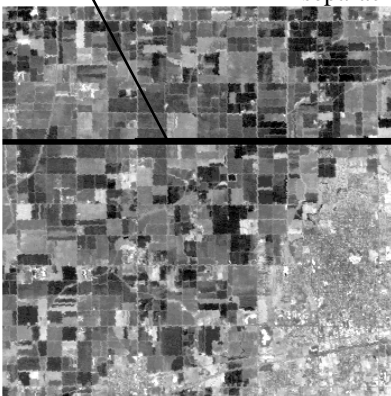
PASOS

- ☑ seleccione Process / Raster / Combine / Predefined del menú principal de TNTmips
- ☑ en la ventana Raster Combination seleccione Logical en el botón de opciones Type
- ☑ clic [Rasters...] y seleccione el objeto raster $TM2$ del Archivo de Proyecto HAN_BD
- ☑ cambie el Valor de Threshold (umbral) a 2
- ☑ Seleccione Above Threshold del botón de opciones Output White
- ☑ clic [Run...], crear un nuevo Archivo de Proyecto HAN_BD1 , y cambie le nombre del raster de salida a BD_MASK

Este es el primero de seis ejercicios que le llevarán a través de la tarea de “reparar” un área con “datos malos” en un raster de un conjunto multibandas. Un mal funcionamiento del sensor o de la transmisión de datos puede derivar en una pérdida de datos para una parte de una imagen de una banda. El resultado es una o más líneas en el raster que contienen valores falsos (algunas veces llamado como una caída de datos “data dropout”). Esta condición ha sido simulada para estos ejercicios editando la banda $TM2$ en el conjunto de raster TM del mes de junio para Hanford.

El primer paso es usar la operación de Umbral Lógico para crear un raster binario para enmascarar el área con ausencia de datos en los procesos posteriores. La máscara deberá tener un valor raster de 0 para cada celda en el área sin datos y un valor de 1 para todas las otras celdas. El proceso de generar el umbral utiliza un único valor raster de entrada como el límite para determinar el valor binario de las celdas de salida. Usted puede escoger el sacar un valor de 1 (blanco) para todas las celdas de ingreso bajo el umbral, o lo inverso. En este caso existe una interrupción numérica entre los valores perdidos (0 y 1) y el menor de los valores reales (23), de forma que un valor de umbral de 2 proporciona la separación necesaria.

El objeto raster $TM2$ con un área de valores malos (0 y 1, desplegados como negro).

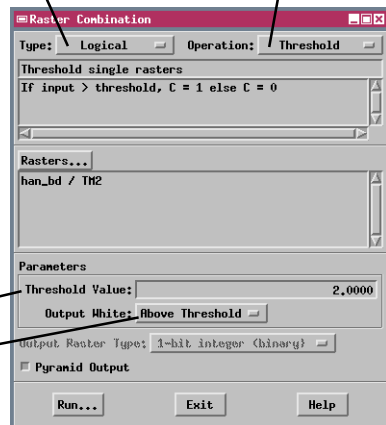


Cambie el Valor del Umbral a 2.0

Seleccione Above Threshold del botón de opciones Output White para asignar un valor de salida de 1 para las celdas de ingreso con valores mayores que 2.

Seleccione Logical del botón de opciones Type.

Threshold es la operación lógica por defecto.



Ejecutar una Regresión Multilineal

Ahora utilice el proceso de Regresión Multilineal para determinar la relación matemática entre los rasters TM en el Archivo del Proyecto HAN_BD. En el siguiente ejercicio usaremos estas relaciones para predecir los valores para el área con ausencia de datos en la banda TM2.

El proceso de Regresión Multilineal calcula una serie de ecuaciones de regresión lineal para un conjunto de rasters. El análisis trata cada banda de ingreso en turno como una variable dependiente, y las bandas restantes como variables independientes. Cada una de las ecuaciones resultantes identifica la combinación lineal de las bandas restantes que mejor reproduce los valores raster en la banda dependiente. El mejor ajuste es determinado minimizando la suma del cuadrado de los desvíos entre los valores predichos y los valores reales.

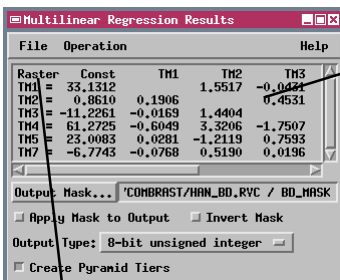
Las relaciones de regresión deben basarse únicamente en datos reales en cada uno de los raster. Los valores falsos en la TM2 no deben influenciar los cálculos. Por consiguiente usamos la máscara generada en el ejercicio anterior para eliminar de los cálculos el área con caída de datos. Si usted está ejecutando el proceso sobre un conjunto de rasters de ingreso de gran tamaño, podría acelerar el procesamiento usando un subconjunto de celdas para determinar las ecuaciones de regresión lineal. Este subconjunto es definido fijando un intervalo de muestreo en las direcciones de fila y columna.

Los raster de salida de cada ejercicio en esta secuencia pueden encontrarse en el Archivo de Proyecto HAN_BD. Usted puede utilizar estos objetos como ingreso para el siguiente paso, o utilizar los que usted coloque en el archivo de salida HAN_BD1.

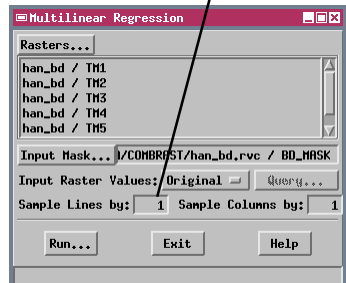
PASOS

- seleccione Process / Raster / Combine / Multilinear Regression del menú principal de TNTmips
- clic el botón Rasters en la ventana Multilinear Regression y seleccione los objetos raster TM1 a TM7 del Archivo de Proyecto HAN_BD
- clic [Input Mask] y seleccione el objeto BD_MASK del Archivo de Proyecto HAN_BD
- clic [Run...]

Usted puede fijar los intervalos de muestreo de fila y columna ingresando los valores en estas cajas de texto.



Los valores calculados se muestran en la ventana de Resultados de Regresión Multilineal.



Las opciones en el menú File le permiten almacenar los resultados de la regresión como un archivo de una matriz (para uso en otros procesos) o como un archivo de texto.

Mantenga la ventana de Regresión Multilineal y los resultados abierta para utilizarlas en el siguiente ejercicio

Predecir los Valores de los Resultados de la Regresión

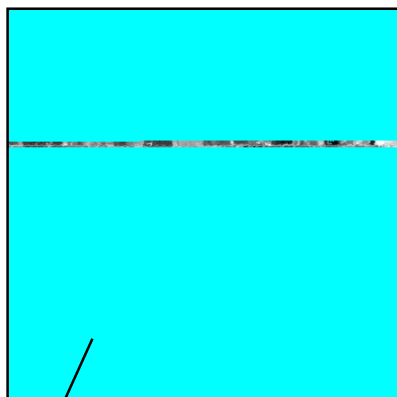
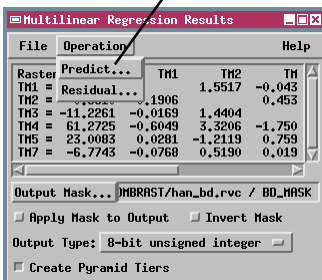
PASOS

- en la ventana Multilinear Regression Results, active los botones conmutador Apply Mask to Output e Invert Mask.
- escoja Predict del menú Operation
- en la ventana File / Object Selection que se abre, abra el Archivo de Proyecto HAN_BD1 y clic el botón de flecha para TM2 para seleccionarlo como el raster resultante "prediction"
- acepte el nombre de objeto por defecto (P_TM2) en la ventana New Object, y clic [OK]
- clic [OK] en la ventana File / Object Selection para iniciar el procesamiento
- cuando el proceso finalice, escoja Close del menú File en la ventana Multilinear Regression Results
- clic [No] en la ventana Verify que pregunta si usted desea almacenar los resultados
- clic [Exit] en la ventana Multilinear Regression

Una vez que las relaciones de regresión han sido calculadas, podemos utilizar la operación de Predicción para calcular los valores estimados para cualquier banda a partir de los valores restantes en el conjunto. Nosotros necesitamos predecir solamente los valores para TM2, de forma que asignamos un raster de salida solamente para esta banda; ningún otro raster predicho es calculado.

Más tarde desharemos combinar los valores TM2 predichos para el área con ausencia de datos con los valores reales TM2 de la imagen restante. Los pasos conducentes a esta fusión son fáciles si se asignan los valores predichos únicamente al área sin datos, y los otros valores conocidos a la porción restante del raster TM2 predicho. Para hacer esto tenemos la operación de Predicción, aplicada la máscara de datos malos al raster de salida después que los valores predichos han sido calculados. Dado que la máscara tiene valores 0 para las celdas en el área sin datos y valores de 1 para las celdas restantes, necesitamos invertir la máscara para esta operación. Luego los valores predichos para el área sin datos son multiplicados por 1, y pasan sin cambio al raster de salida, mientras que las otras celdas son asignadas el valor nulo (255) por defecto.

Escoja Predict del menú Operation para calcular el raster TM2 predicho.



Raster resultante P_TM2 con los valores raster predichos para el área sin datos. Las áreas enmascaradas son asignadas un valor de 255, pero se muestran en cian en esta ilustración.

Uso de la Operación Reemplazo Total

Para unir de la forma más simple los rasters predichos y el actual, las celdas para las cuales tenemos datos reales en el raster TM2 deberían tener un valor de 0 en el raster predicho. Desafortunadamente la operación Predict asigna el valor de 255 a estas celdas. Nosotros podemos usar la operación de reemplazo total –Replace All- para remediar esta situación.

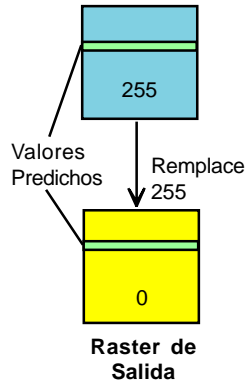
La operación de Replace All, reemplaza un único valor de ingreso o un rango de valores con otro valor designado. En este caso reemplazaremos el valor de 255 en el raster de ingreso con 0. Sin embargo, 255 fue designado como el valor nulo en el raster producido por la operación Predict en el ejercicio anterior. Antes de que celdas con este valor puedan ser procesadas en este ejercicio, es necesario usar el proceso de Mantenimiento de Archivos de Proyecto (Support / Maintenance / Project File) para editar la información del objeto raster predicho TM2 y apagar el botón interruptor Has Null Value. (Esto ya fue ejecutado para el objeto P_TM2 en el Archivo de Proyecto HAN_BD).

PASOS

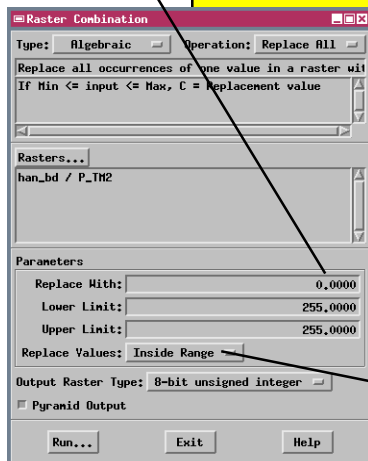
- seleccione Process / Raster / Combine / Predefined del menú principal de TNTmips
- seleccione Replace All del botón de opciones Operation
- clic [Rasters] y seleccione el objeto P_TM2 del Archivo de Proyecto HAN_BD
- cambie el valor del Límite Inferior y del Límite Superior a 255
- clic [Run], abra el archivo de Proyecto HAN_BD, y cambie el nombre del raster resultante a P_TM2_0

Mantenga abierta la ventana Raster Combination para el siguiente ejercicio.

Valores del Raster Predicho P_TM2



Mantenga el valor 0.00 por defecto en la opción Replace With.



Raster resultante P_TM2_0, en el cual el valor raster de 255 en el ingreso ha sido reemplazado por el valor de 0 (se muestra en amarillo en esta ilustración).

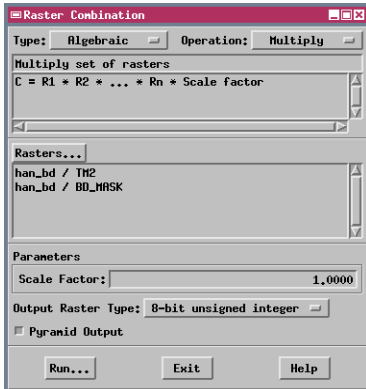
La opción por defecto Inside Range reemplaza todos los valores de ingreso dentro del rango entre el Límite Inferior y Superior. En este caso los dos límites son idénticos, y solamente el valor de 255 es reemplazado.

Multiplicar Rasters para Aplicar una Máscara

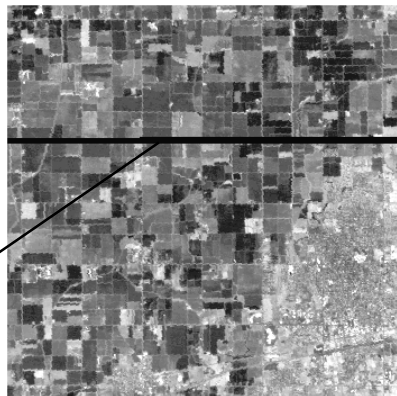
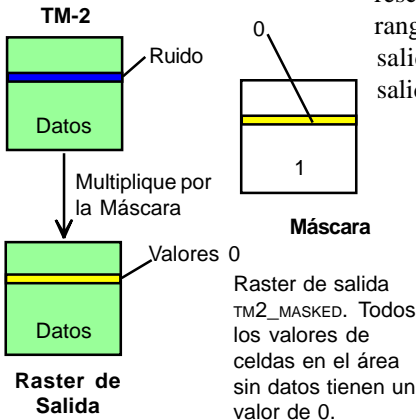
PASOS

- ☑ en la ventana Raster Combination, escoja Multiply del botón de opciones Operation
- ☑ clic [Rasters] y seleccione los objetos TM2 y BD_MASK del Archivo de Proyecto HAN_BD
- ☑ clic [Run], abra el Archivo de Proyecto HAN_BD1, y nombre el raster de salida TM2_MASKED

En los ejercicios previos utilizamos una máscara raster binaria (BD_MASK) para controlar los valores de ingreso y salida en el proceso de Regresión Multilineal. Antes de unir los valores raster predichos del ejercicio anterior con los valores de datos reales del raster TM2, necesitamos generar una versión enmascarada del raster TM2 en la cual todos los valores en el área sin datos estén fijados a 0. (Recuerde que el área sin datos incluye valores de 0 y 1). Nosotros podemos lograr esto usando la operación de Multiplicación para multiplicar cada valor en la imagen TM2 por el correspondiente valor en BD_MASK. Dado que la máscara tiene un valor de 0 para todas las celdas en el área sin datos, la multiplicación producirá valores 0 para toda el área sin datos. Las celdas fuera del área sin datos tienen un valor en la máscara de 1, de forma que la multiplicación pasa los valores reales sin ningún cambio al raster enmascarado de salida.



Usted puede multiplicar cualquier tipo de objeto raster en escala de grises en la operación de Multiplicación. La operación también incluye un Factor de Escala con un valor por defecto de 1.00. Si usted multiplica dos o más raster no binarios, podría necesitar ajustar el Factor de Escala para rescalar los datos para que se ajusten en el rango seleccionado para el tipo de raster de salida, o seleccionar un tipo de raster de salida con una mayor profundidad de bits.



Mantenga la ventana Raster Combination abierta para el siguiente ejercicio.

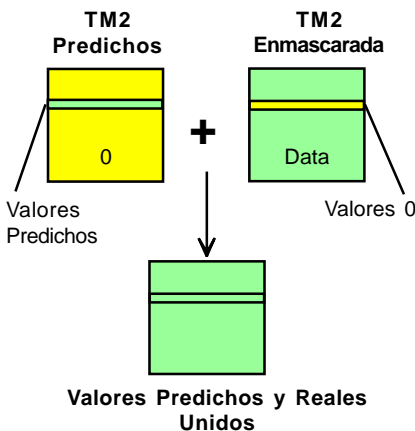
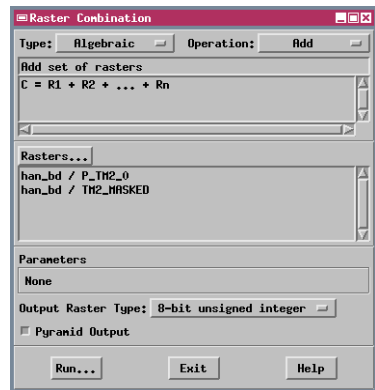
Suma de Rasters

Nosotros podemos ahora usar una operación algebraica final para unir el raster TM2 enmascarado (TM2_MASKED), con el raster que contiene los valores predichos para el área sin datos (P_TM2_0). El área sin datos tiene valores 0 en TM2_MASKED y valores predichos en P_TM2_0. Inversamente el área restante tiene valores de datos reales en TM2_MASKED y valores de 0 en P_TM2_0. De forma que una simple suma celda a celda de los valores raster unirá los valores predichos para el área sin datos con los datos reales sin cambiar ninguno de los valores raster.

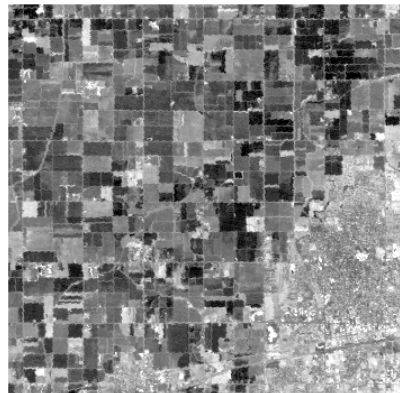
La operación Add ejecuta esta suma celda a celda. Usted puede ingresar cualquier número y tipo de objetos raster. No existe la opción de escalar automáticamente el resultado, sin embargo en algunos casos usted podría necesitar escoger un tipo de raster resultante con una mayor profundidad de bits que los de ingreso, para asegurarse que los valores de salida no excedan el rango del tipo de raster de salida. (Para un raster de salida de 8bits, cualquier valor calculado mayor a 255 es asignado un valor de 255).

PASOS

- seleccionar Add del botón de opciones Operation en la ventana Raster Combination
- clic [Rasters] y seleccione los objetos P_TM2_0 y TM2_MASKED del Archivo de Proyecto HAN_BD
- clic [Run], abra el Archivo de Proyecto HAN_BD1, y cambie el nombre del raster de salida a TM2_FIXED



Mantenga la ventana Raster Combination abierta para el siguiente ejercicio.



Objeto raster TM2_FIXED, con valores predichos para el área sin datos y unida con los valores reales para la porción restante del raster.

Uso de Rangos Lógicos para Crear una Máscara

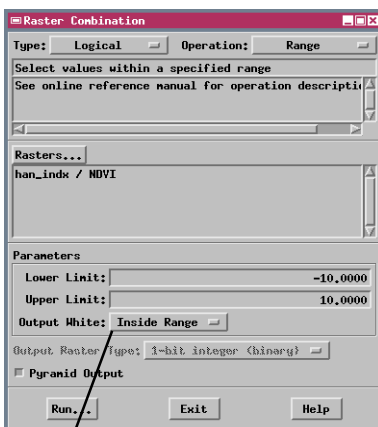
PASOS

- seleccione Logical del botón de opciones Type en la ventana Raster Combination
- seleccione Range del botón de opciones Operation
- clic [Rasters], navegue a la carpeta APR27 en el Archivo de Proyecto HAN_INDXX, y seleccione el objeto NDVI
- fije el valor del parámetro del Lower Limit a -10, y el valor de Upper Limit a 10
- clic [Run] y direccione el raster de salida al Archivo de Proyecto COMBRAS

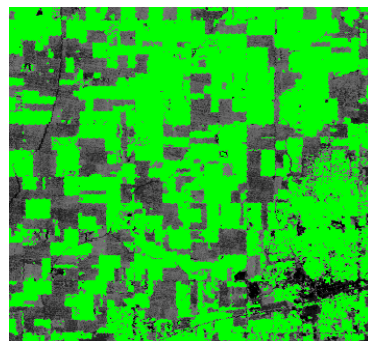
NOTA: Determine los valores límite en el proceso de Despliegue comparando el raster NDVI con un despliegue RGB de TM543, en el cual las áreas con vegetación aparecen verdes y las áreas húmedas se muestran en azul oscuro. Una experimentación de prueba error se podría requerir para encontrar los mejores valores.

Las escenas satelitarias de la misma área obtenidas en fechas diferentes podrían tener diferentes valores de brillo para idénticas superficies materiales debido a variaciones en las condiciones del sensor e iluminación. Estas variaciones pueden complicar el análisis e interpretación de series temporales de imágenes. Los tres ejercicios finales presentan pasos claves en el ajuste (normalización) de las escenas TM de abril y Octubre de la zona de Hanford para igualarlas a las condiciones de la escena de junio.

Primero usaremos la operación de Rango Lógico para crear una máscara a partir del raster NDVI de abril. La operación de Rango crea un raster binario con valores determinados por un rango continuo de valores en el raster de entrada. El rango de entrada es definido por los valores de los parámetros del Límite Superior e Inferior. En este ejercicio la máscara está designada para esconder las celdas cuyo brillo es probable que cambien con el tiempo: áreas con vegetación (NDVI alto) y áreas de agua o suelos húmedos (NDVI bajo). El valor del límite inferior se escoge para separar entre condiciones de humedad y de sequía, y el valor del límite superior para separar celdas con y sin vegetación. La operación asigna un valor de salida de 1 para cada celda de ingreso con un valor de NDVI dentro del rango especificado.



Escoja Inside Range del botón de opciones Output White, para asignar un valor de salida de 1 para los valores de las celdas dentro del rango; escoja Outside Range para el efecto contrario.



Máscara raster producida por la operación Range, desplegada sobre el raster en escala de grises NDVI de abril. Los valores cero en la máscara están desplegados en verde, identificando las celdas con un brillo influenciado por condiciones de vegetación o humedad.

Unión de Máscaras usando AND Lógico

La máscara creada para la escena de abril en el ejercicio previo, tiene un valor de 1 para las celdas en áreas sin vegetación y secas. Nosotros necesitamos identificar áreas que se mantengan en este estado en todas las tres fechas de las imágenes. Estas áreas (llamadas características **pseudo-invariables**) tienen aproximadamente las mismas características espectrales en cada escena, y pueden ser por lo tanto usadas para determinar los ajustes de brillo requeridos para normalizar las tres escenas. Mayor información en normalización de escenas usando las características pseudo – invariables se pueden hallar en Jensen (1996, p. 116-121) y en Schott y otros (1988).

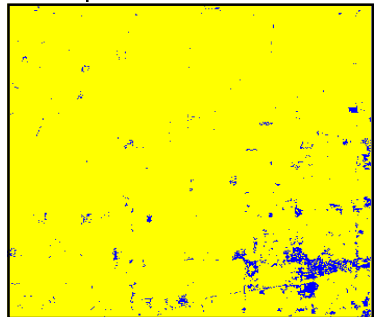
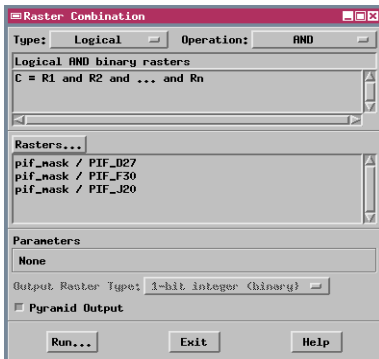
Podemos utilizar la operación Lógica AND para crear una máscara de características pseudo – invariables (máscara PIF) a partir de las máscaras NDVI creadas para cada fecha. La operación AND crea un raster binario a partir de dos o más rasters binarios de entrada. Una celda resultante se le asigna con el valor de 1 solamente si el correspondiente valor en *cada* raster de ingreso tiene un valor de 1. La máscara resultante PIF por lo tanto tiene un valor de 1 únicamente para las celdas que no tenían vegetación y sin humedad en las tres fechas. La máscara PIF puede luego ser aplicada a cada banda TM usando la operación de multiplicación (igual que en el ejercicio anterior) para crear un conjunto raster de características pseudo – invariables para cada fecha.

PASOS

- seleccione AND del botón de opciones Operation
- clic [Rasters] y seleccione los objetos PIF_D27, PIF_F30, y PIF_J20 del Archivo de Proyecto PIF_MASK
- clic [Run] y direccione el raster de salida al Archivo de Proyecto COMBRAS

La operación Lógica OR también crea un raster binario de dos o más rasters binarios de ingreso. Una celda resultante se asigna con el valor de 1 si el correspondiente valor de *cualquiera* de los raster de ingreso es 1.

La máscara resultante de características pseudo – invariables se incluye como un objeto PIF_MASK en el Archivo de Proyecto PIF_MASK. El conjunto de rasters de características pseudo – invariables de cada fecha se pueden hallar en el Archivo de Proyecto HAN_PIF.



Máscara PIF creada aplicando la operación Lógica AND a las tres máscaras de entrada. Los valores de 0 se muestran en amarillo, y 1 en azul. Solamente una pequeña porción de las celdas representan características pseudo – invariables

Mantenga la ventana Raster Combination abierta para el siguiente ejercicio.

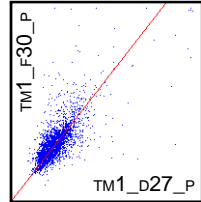
Aplicar Escala y Desplazamiento

PASOS

- seleccione Algebraic del botón de opciones Type en la ventana Raster Combination
- seleccione Scale/Offset del botón de opciones Operation
- clic [Rasters], navegue a la carpeta APR27 en el archivo de Proyecto HAN_PR, y seleccione el objeto TM1_D27_P
- fije el valor del parámetro de Scale Factor en 1.279
- fije el valor de Post-Scale Offset en 0.08
- clic [Run] y direccione el raster de salida al Archivo de Proyecto COMBRAST

Antes de ejecutar la regresión lineal, la opción Has Null Value fue apagada en el Archivo de Proyecto HAN_PIF. Esto incluye los valores 0 en el cálculo; estos valores podrían ser equivalentes en distintas fechas para distintas bandas con la corrección del camino de la radiancia aplicado.

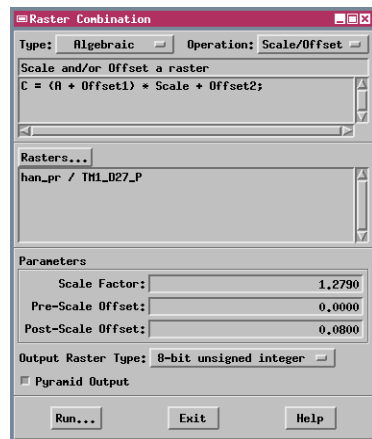
Las características pseudo – invariables en cada banda TM para cada fecha, presentan un rango de valores de brillo. Si comparamos las mismas banda en dos fechas (TM1 para abril y junio, por ejemplo), existe una fuerte relación lineal entre los conjuntos de valores de brillo. Usando el par de rasters enmascarados PIF en un proceso de Regresión Multilineal (tratado en la página 11), podemos derivar las ecuaciones de regresión lineal que describen esta relación. La ecuación que expresa los valores de junio como una función de los de abril (desplegada en la ventana de resultados de la Regresión Multilineal) deja una constante y un coeficiente que pueden ser usados para ajustar los valores de abril de la TM1 a las condiciones de la escena de junio. (Cada par de bandas TM deja una constante y coeficiente únicos).



Nosotros usamos la operación Scale/Offset para rescalar el raster TM1 de abril (corrección del camino de la radiancia) para ajustarlo a la escena de junio. El coeficiente de la ecuación de regresión junio-abril es utilizado como factor de escala, y la constante como el desplazamiento post-escala.



Escena Landsat TM de abril, normalizada a las condiciones de iluminación de junio. Las asignaciones RGB de las bandas son TM5, TM4 y TM3 respectivamente



Versiones normalizadas de las escenas TM Handford se pueden hallar en el Archivo de Proyecto HAN_NORM.

Que Continúa?

Este folleto ha proporcionado una breve introducción a las operaciones de combinación de rasters en TNTmips. El manual de referencia de TNTmips proporciona información sobre operaciones adicionales en los procesos de Combinación Predefinida de Rasters, y acerca de los Procesos de Transformaciones Lineales Progresivas y Definidas por el Usuario.

Sin embargo de que los ejercicios en este folleto se enfocan en ejemplos de aplicaciones de operaciones de combinación de imágenes satelitarias, existen muchas aplicaciones adicionales. Estas operaciones pueden ser aplicadas a cualquier tipo de datos numéricos que varíen espacialmente y que estén almacenados en formato raster. Por ejemplo datos raster sobre tipos de cultivos, condiciones del suelo, y rendimientos pasados de cultivos, se podrían utilizar para calcular la tasa de aplicación de fertilizantes requerida al nivel de celda a celda, para el manejo de precisión de cultivos. Valores raster de erodabilidad del suelo, condiciones de pendiente, precipitación y cobertura vegetal podrían ser usados como ingreso a la ecuación universal de pérdida de suelo (Universal Soil Loss Equation) para calcular tasas de erosión el suelo. Las operaciones de combinación de rasters pueden por lo tanto ser muy útiles en el modelamiento espacial y análisis en SIG basados en rasters. Usted puede ejecutar cálculos similares usando objetos rasters y vector con atributos en los procesos de Geofórmulas, los cuales son descritos en el folleto *Tutorial: Usando Fórmulas Geoespaciales*.

Referencias

- Bonham-Carter, Graeme F. (1994). *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*. New York: Pergamon. 398 pp.
- Burrough, P. A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Chapter 5, *Methods of Data Analysis and Spatial Modelling*. Oxford: Clarendon Press. pp. 81-102.
- Jensen, John R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective* (2nd ed.). Chapter 6, *Image Preprocessing: Radiometric and Geometric Correction*, and Chapter 7, *Image Enhancement*. New York: John Wiley and Sons. 316 pp.
- Sabins, Floyd F. (1997). *Remote Sensing: Principles and Interpretation* (3rd ed.). Chapter 8, *Digital Image Processing*. New York: W. H. Freeman. 494 pp.
- Schott, John R., Salvaggio, Carl, and Volchok, William J. (1988). *Radiometric Scene Normalization Using Pseudoinvariant Features*. *Remote Sensing of Environment*, 26, 1-16.

Software Avanzado para Análisis Geoespacial

MicroImages, Inc. produce una línea completa de software profesional para visualización, análisis y publicación de datos geoespaciales. Contáctenos o visite nuestra página en Internet para información detallada del producto.

TNTmips TNTmips es un sistema profesional con una completa integración GIS, análisis de imágenes, CAD, TIN, cartografía de escritorio y gestión de Bases de Datos geoespaciales.

TNTedit TNTedit provee de herramientas interactivas para crear, georeferenciar y editar materiales de proyectos tipo vector, imagen, CAD, TIN y Bases de Datos Relacionales en una gran variedad de formatos.

TNTview TNTview tiene las mismas características poderosas de despliegue de TNTmips y es perfecto para aquellos que no necesitan las características de procesamiento técnico y preparación de TNTmips.

TNTatlas TNTatlas permite publicar y distribuir materiales de proyectos en CD-ROM a bajo costo. Los CDs de TNTatlas pueden ser usados en cualquier plataforma popular de computadora.

TNTserver TNTserver permite publicar sus Atlas en TNT en Internet o en su Intranet. Navegue a través de atlas de geodatos con su navegador web y el applet Java TNTclient.

TNTlite TNTlite es una versión libre de TNTmips para estudiantes y profesionales con proyectos pequeños. Usted puede descargar TNTlite del sitio Internet de MicroImages, o puede ordenar TNTlite en CD-ROM con el conjunto actualizado de folletos *Tutoriales*.

Indice

Bienvenido a Combinando Rasters.....	3
Eliminar el Valor de la Radiancia del Camino.....	4
Calcular el Cociente de Bandas.....	5
Cálculo del Índice de Diferencia Normalizada.....	6
Cálculo de los Índices Tasseled Cap TM.....	7
Cálculo de los Componentes Principales.....	8
Aplicar Ensanchamiento de Decorrelación.....	9
Definir el Umbral del Raster para Crear una Máscara...10	
Ejecutar una Regresión Multilineal.....	11
Predecir los Resultados de la Regresión.....	12
Uso de la Operación Reemplazo Total.....	13
Multiplicar Rasters para aplicar una Máscara.....	14
Suma de Rasters.....	15
Uso de Rangos Lógicos para Crear una Máscara.....	16
Unión de Máscaras usando AND Lógico.....	17
Aplicar Escala y Desplazamiento.....	18
Qué Continúa?.....	19



MicroImages, Inc.

11th Floor - Sharp Tower
206 South 13th Street

Lincoln, Nebraska 68508-2010, USA