

REPORTE TÉCNICO
**Reconocimiento
de Patrones**

**Estado del arte de los métodos de
recuperación semántica de
datos espaciales raster**

Ing. Eydel Jaime González,
Dr. C. Eduardo Garea Llano

RT_032

octubre 2010





CENATAV

Centro de Aplicaciones de
Tecnologías de Avanzada
MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BÁSICA

RNPS No. 2142
ISSN 2072-6287
Versión Digital

SERIE AZUL

REPORTE TÉCNICO
**Reconocimiento
de Patrones**

**Estado del arte de los métodos de
recuperación semántica de
datos espaciales raster**

Ing. Eydel Jaime González,
Dr. C. Eduardo Garea Llano

RT_032

octubre 2010



Estado del arte de los métodos de recuperación semántica de datos espaciales raster

Ing. Eydel Jaime González, Dr. C. Eduardo Garea Llano

Centro de Aplicaciones de Tecnología de Avanzada, 7a #21812 e/ 218 y 222, Siboney, Playa, Habana, Cuba
ej Jaime@cenatav.co.cu

RT_ 032 CENATAV

Fecha del camera ready: 30 de junio de 2010

Resumen: Desde el surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) hasta la actualidad, estos han ido cobrando paulatinamente cada vez más importancia y se han convertido en una necesaria herramienta de análisis y recuperación de la información geográfica debido a sus disímiles aplicaciones.

Con el acelerado crecimiento del volumen de datos almacenados en las bases de datos espaciales, cada vez se hace más difícil y complejas las operaciones de extracción de la información de forma rápida y precisa. Los métodos y algoritmos convencionales de recuperación de la información de los datos espaciales se centran sólo en las coordenadas geográficas y proyecciones cartográficas, además de que se necesita de un buen dominio de la información geográfica por parte de los usuarios que operan estos sistemas. Por lo tanto no cuentan con un nivel de abstracción que les permita asemejarse al razonamiento que un humano realizaría a la hora de extraer una determinada información de entre un gran volumen de datos.

Luego del surgimiento de la Geosemántica, un nuevo enfoque en la recuperación de información espacial se impone, el de recuperar la información por su significado semántico y tomando como base las geo-ontologías. El presente trabajo pretende incluir las diferentes técnicas y métodos a través de los cuales los SIG han venido recuperando la información espacial, llegando hasta las nuevas propuestas que incluyen la semántica, enfocándose en el modelo de datos raster, en el cual se pretende obtener nuevos métodos semánticos que permitan aprovechar al máximo los beneficios de este modelo extendiendo cada vez más sus potencialidades para su recuperación.

Palabras clave: datos espaciales raster, análisis espacial, recuperación semántica de datos espaciales, geo-ontologías

Abstract: Since the emergence of Geographic Information Systems (GIS) to date, these have gradually been gaining increasing importance and have become a necessary tool for analysis and geographic information retrieval because of their disparate applications.

With rapid growth in the volume of data stored in spatial databases, it is becoming more difficult and complex operations to extract the information quickly and accurately. The conventional methods and algorithms of information retrieval of spatial data focus only on the geographic coordinates and cartographic projections, which also requires a good knowledge of geographic information from users who operate these systems. Therefore do not have a level of abstraction that allows them to resemble a human reasoning to take place when extracting certain information from a large volume of data.

After the emergence of the Geosemantic, a new focus on the recovery of spatial information is imposed to recover the information by its semantic meaning and the basis of the geo-ontologies. This paper intends to introduce the different techniques and methods by which GIS has been recovering spatial information, reaching new proposals that include semantics, focusing on the raster data model, which is sought new methods semantics that can serve to maximize the benefits of this increasingly widespread their potential for recovery.

Keywords: Raster Data, Spatial Semantic, Spatial Analysis, Data Semantic Information Retrieval Methods, Geo-ontologies

1. Introducción

Desde el surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en Inglés, Geographic Information System) hasta la actualidad, estos sistemas han ido cobrando paulatinamente cada vez más importancia y se han convertido en una necesaria herramienta de análisis y recuperación de la información geográfica debido a sus disímiles aplicaciones en la vida diaria, como por ejemplo el estudio y evaluación de los suelos, control y la planificación de los recursos urbanos, recursos hidráulicos, recursos naturales, recursos económicos, como forma de predicción de futuros comportamientos de zonas que sufrieron o pudieran sufrir desastres tanto naturales como industriales, así como de otras muchas aplicaciones en las que se necesitaría de grandes cantidades de tiempo e incluso en muchos casos sería imposible lograr de forma manual.

Con el acelerado crecimiento del volumen de datos almacenados en las bases de datos espaciales, cada vez se hace más difícil y complejas las operaciones de extracción de la información de forma rápida y precisa. Los métodos y algoritmos convencionales de recuperación de la información de los datos espaciales se centran sólo en las coordenadas o proyecciones geográficas, además de que se necesita de un buen dominio de la información geográfica por parte de los usuarios que operan estos sistemas. Por lo tanto no cuentan con un nivel de abstracción que les permita asemejarse al razonamiento que un humano realizaría a la hora de extraer una determinada información de entre un gran volumen de datos.

Con el lanzamiento de la Web Semántica, y posteriormente el surgimiento de la Geosemántica, un nuevo enfoque en la Recuperación de la Información espacial se impone, lograr recuperar la información geoespacial por su significado semántico y tomando como base las geo-ontologías. Por otra parte una nueva generación de los GIS ha sido propuesta, se trata de los Sistemas de Información Geográfica Gobernados por Ontologías (ODGIS por sus siglas en inglés, Ontology-Driven Geographic Information System) como nueva herramienta para recuperar la información espacial basándose en las geo-ontologías como forma de representación del conocimiento geográfico. Sin embargo todo esto aún constituye un tema muy abierto, en el cual todavía no se han logrado pasos significativos en la práctica, y sigue representando un gran reto para las Comunidades de la Información Geoespacial de todo el mundo. En este reporte nos centraremos específicamente en el tipo de datos espaciales raster y estará estructurado de la siguiente forma: Capítulo 1, Introducción del reporte; Capítulo 2, Definiciones; Capítulo 3, Análisis Espacial Raster; Capítulo 4, Métodos de recuperación de datos espaciales raster; Capítulo 5, Recuperación semántica de la información; Capítulo 6, Semántica Geoespacial o Geosemántica; Capítulo 7, Conclusiones y Referencias Bibliográficas.

2. Definiciones

A continuación se definirán algunos términos con vistas a un mejor entendimiento del trabajo que se presenta:

- ✓ **Datos geoespaciales:** Se refieren a variables, entidades o fenómenos que son referenciados a una localización del espacio. Por lo general este tipo de datos está compuesto por una geometría que describe a los objetos espaciales, su posición en el espacio expresada en un sistema de coordenadas y las relaciones topológicas que existen con otros objetos espaciales. Los datos geoespaciales pueden ser accedidos, manipulados o analizados mediante los GIS. Generalmente constan de tres componentes [1]: Espacial [2], Temática [3] y Temporal [4].

- ✓ **Datos geospaciales raster:** También conocidos como modelos de datos raster. El modelo de datos raster representa características de los objetos espaciales como una matriz de celdas en un espacio continuo (Fig. 1). Cada capa representa un atributo (aunque otros atributos se pueden conectar a una celda). La mayoría de los análisis se produce mediante la combinación de capas para crear nuevas capas con nuevos valores de celdas.

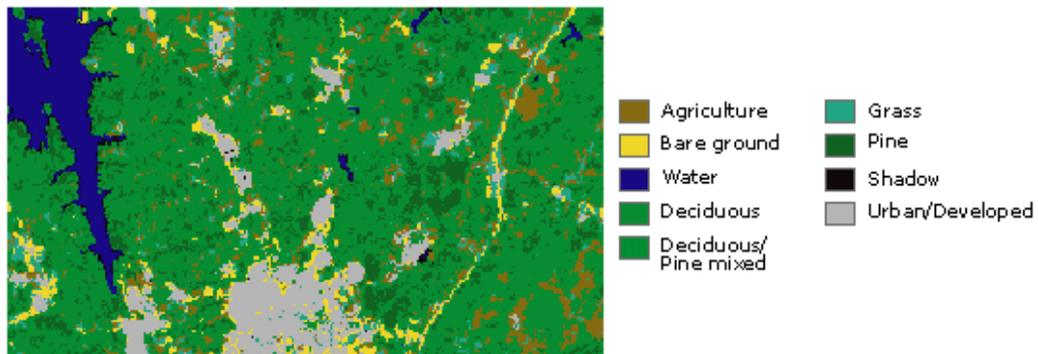


Fig. 1. Mapa de datos espaciales raster [5]

- ✓ **Sistemas de Información Geográfica (GIS):** Existen innumerables definiciones que han descrito a los GIS [6], [7], [8]. Una de las definiciones que mejor lo caracteriza es la realizada por el NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis) donde plantea que un GIS es “Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión” [6]. Podemos definirlo de una forma mucho más sencilla como: Un sistema informático capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie de la Tierra.

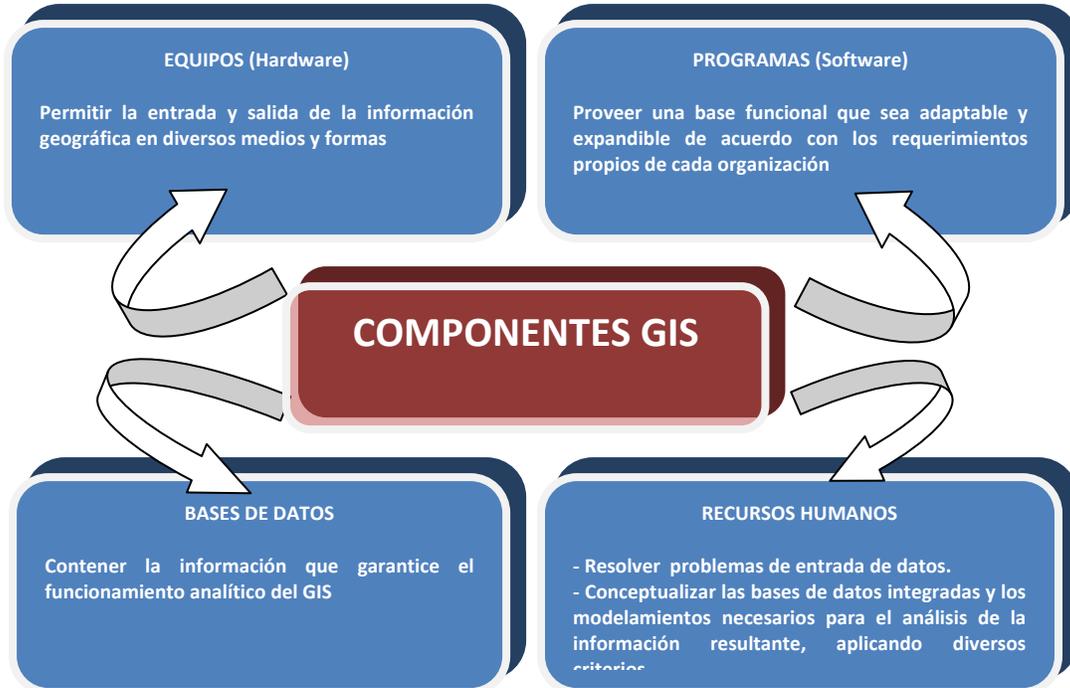


Fig. 2. Relación entre los componentes de un GIS según [6]

- ✓ **Sistemas de Información Geográfica raster:** Según la definición de [6] (Fig 2.), “Un Sistema de Información Geográfica Raster consiste en un conjunto de mapas individuales, todos referidos a la misma zona del espacio, y todos ellos representados digitalmente en forma raster, es decir utilizando una rejilla de rectángulos regulares y de igual tamaño. En cada uno de esos rectángulos o posiciones un número codifica el valor que alcanza en ese punto (pixel).del espacio la variable cartografiada en el mapa. Con esta representación no se considera explícitamente los objetos geográficos (sus fronteras no aparecen de manera manifiesta), sin que éstos surjan, de forma implícita, de la ordenación espacial de los valores en la rejilla o cuadrícula”. (Ver Fig. 3)

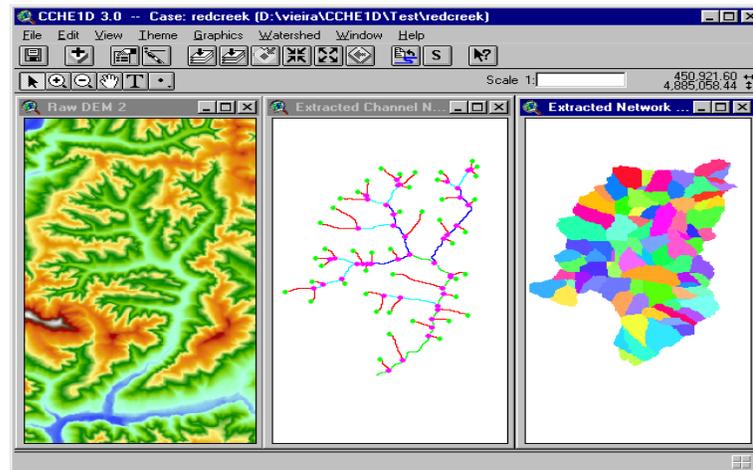


Fig. 3. Imagen de un GIS raster [9]

- ✓ **Sistemas de Información Geográfica gobernados por Ontologías (ODGIS,):** En los ODGIS se considera a las ontologías como otro componente más, como lo es la base de datos temáticos o espaciales que interviene y coopera de la misma manera para alcanzar los objetivos para los cuales fue creado el GIS [10], [11].
- ✓ **Semántica geoespacial o geosemántica:** No es más que el entendimiento del contenido de los GIS, capturar esta comprensión y transformarla en una teoría formal [12]. Constituye un nuevo enfoque orientado al análisis y recuperación de la de la información por su significado semántico, en donde la interoperabilidad entre los sistemas constituirá el pilar fundamental el desarrollo de la Geosemántica.
- ✓ **Ontologías:** Las ontologías han sido definidas desde los antiguos filósofos griegos quienes son considerados los creadores de los fundamentos de las ontologías. En la actualidad, en el campo de las ciencias, han surgido una gran variedad de conceptos que llegan a un significado consensuado sobre la definición de las ontologías. Podemos tomar como definiciones clásicas las propuestas por Gruber: “Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización” y Guarino, que define a las ontologías como “Una teoría lógica justificando el significado deseado de un vocabulario formal, es decir, su propósito ontológico para una conceptualización particular de mundo”. Teniendo en cuenta su nivel de generalización Guarino reconoció cuatro tipos de ontologías: ontología de nivel superior (top-level, en inglés), ontología de dominio, ontología de tarea y ontología de aplicación (Ver fig. 4).

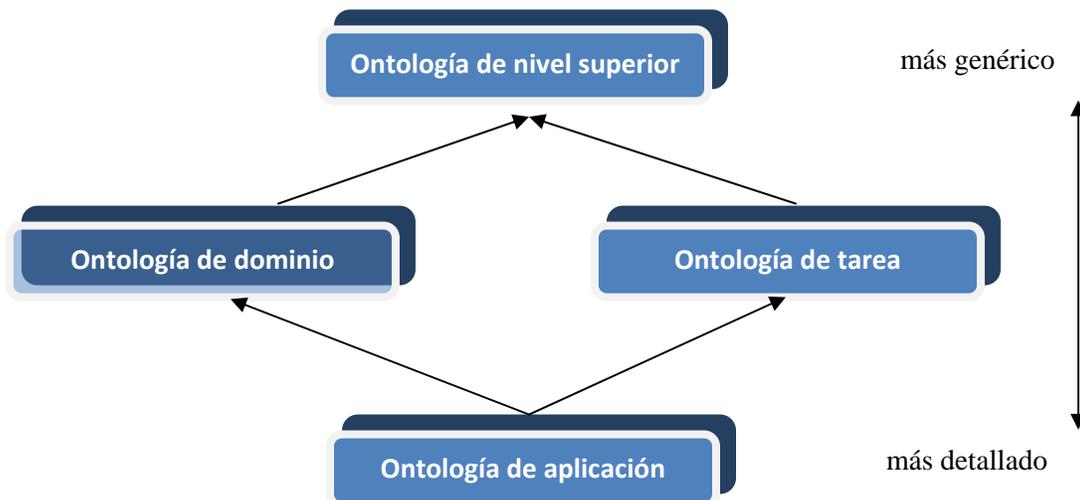


Fig. 4. Ontologías de nivel superior según [13]

- Las *ontologías de nivel superior* describen a los conceptos generales, como el espacio, tiempo, materia, objeto, evento, acción, los cuales son independientes de un problema o dominio en particular.
- Las ontologías de dominio y de tareas describen, respectivamente, el vocabulario relacionado a un dominio genérico, por ejemplo, medicina, o una tarea o actividad genérica, como diagnóstico, especializando los términos introducidos en la ontología de nivel superior.

- Las ontologías de aplicación describen conceptos dependiendo de un dominio y de una tarea en particular, la cual es una especialización de ambas ontologías relacionadas (ontología de dominio y ontología de tarea). Estos conceptos usualmente corresponden a un papel jugado por las entidades de dominio mientras realizan una actividad.

En [14] se plantea que el alto nivel de generalización es una característica común para estas definiciones, el cual dista mucho de una expresión matemática. Esto es causado debido a que la definición en un principio debería agrupar los diferentes tipos de ontologías, y no debería ser relativa a un método particular de representación.

3. Análisis espacial raster

El proceso de análisis se considera como el conjunto de métodos que permiten al usuario del dato generar nueva información partiendo de la ya existente en función de un objetivo. Según [15], el análisis espacial abarca un conjunto de técnicas y procedimientos para el estudio de las características de los datos espaciales. Por otra parte [16] plantea que en gran medida este tipo de análisis se ha ido desarrollando apoyándose en el uso de la metodología estadística y su adaptación en la integración con el estudio de los datos espaciales y que también se pueden incluir en él determinados procedimientos que analizan, de forma exclusiva, las características geométricas de los objetos geográficos sin considerar de forma simultánea, los valores temáticos asociados a dichas características. En los datos espaciales raster los datos siempre se analizan teniendo en cuenta su representación espacial y los procesos de análisis se clasifican en aquellos que se realizan sobre el conjunto de uno o varios mapas raster y los que se realizan sobre determinadas localizaciones especiales que es posible en él: el píxel, la vecindad y la zona (Ver Tabla 1). Estos procedimientos coinciden en gran medida con varios métodos empleados para la modelación cartográfica de sistemas vectoriales o, otros pocos casos, con el análisis de la componente espacial [17].

Tabla 1. Tipos de análisis en un GIS Raster según [17]

Tipo de operación	Tipo de Localización		
	Píxel	Vecindad	Zona
Sólo opera con los atributos temáticos	Valor típico	Valor típico	Valor típico
	Valor no característico	Valor no característico	Valor no característico
	Variedad	Variedad	Variedad
	Comparación a un valor	Comparación a un valor	Comparación a un valor
	Reclasificación	Reclasificación	Reclasificación
	Síntesis estadística	Síntesis estadística	Síntesis estadística
Sólo emplea los aspectos espaciales	Posición geográfica	Posición geográfica	Posición geográfica
		Variabilidad espacial	Variabilidad espacial
		Forma	Forma
		Tamaño	Tamaño
		Distancia y proximidad	
		Dirección	
		Vecinos a	

Entre los métodos u operaciones analíticas empleados para analizar los datos espaciales raster que más se utilizan, se encuentran la superposición y la reclasificación de mapas [17]. A continuación se abordará con mayor profundidad acerca de estos métodos analíticos.

3.1 Superposición de mapas

La superposición de mapas consiste en la combinación de dos o más capas o mapas en donde cada celda (píxel) de cada capa o mapa referencia la misma localización geográfica con lo cual se genera un nuevo mapa que contiene la combinación de la información de los mapas de entrada (Ver fig. 5).

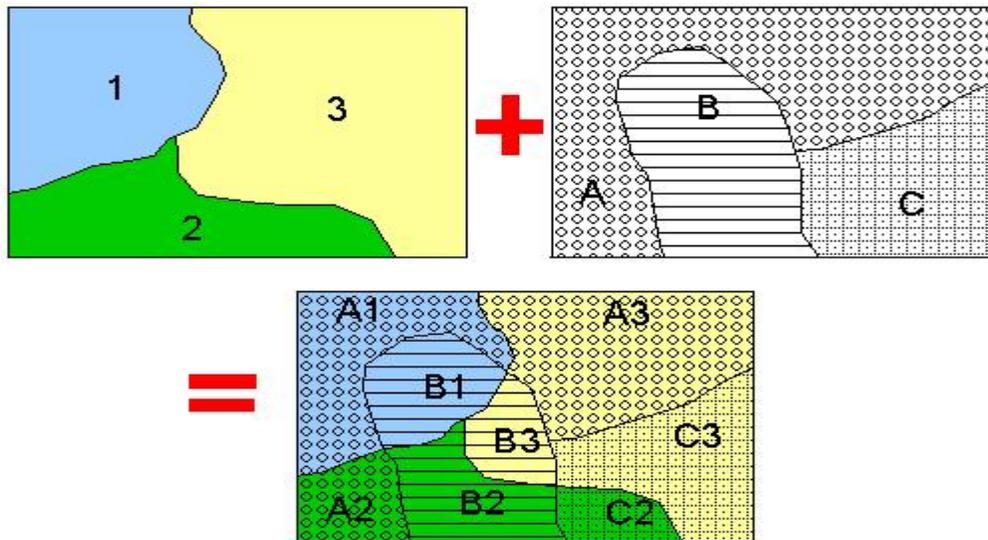


Fig. 5. Ejemplo de superposición de mapas [18]

Según [16], la operación de análisis de superposición de mapas se puede realizar de dos formas:

- ✓ Análisis local píxel a píxel: Se realiza teniendo en cuenta de forma aislada píxel a píxel de una o varias capas de un mapa raster.
- ✓ Análisis en zonas o regiones: Se realiza teniendo en cuenta un conjunto de píxeles que se encuentren de forma contigua en una o varias capas de un mapa raster.

3.2 Reclasificación de mapas

Esta operación se realiza sobre un solo mapa. Al igual que las operaciones de superposición, constituye una de las técnicas más usadas en el análisis de los datos espaciales raster debido a que posibilitan la búsqueda y recuperación de forma selectiva de los datos raster almacenados en las bases de datos espaciales. La reclasificación es una técnica de generalización utilizada para reasignar valores en una capa de entrada raster como pueden ser la posición, el valor, la forma, el tamaño, la medida de los píxel, el grado de contigüidad y así crear una nueva capa de datos. La reclasificación cambia el valor de las celdas de entrada trabajando con una base "celda-a-celda" dentro del área de análisis [16] (Fig 7).

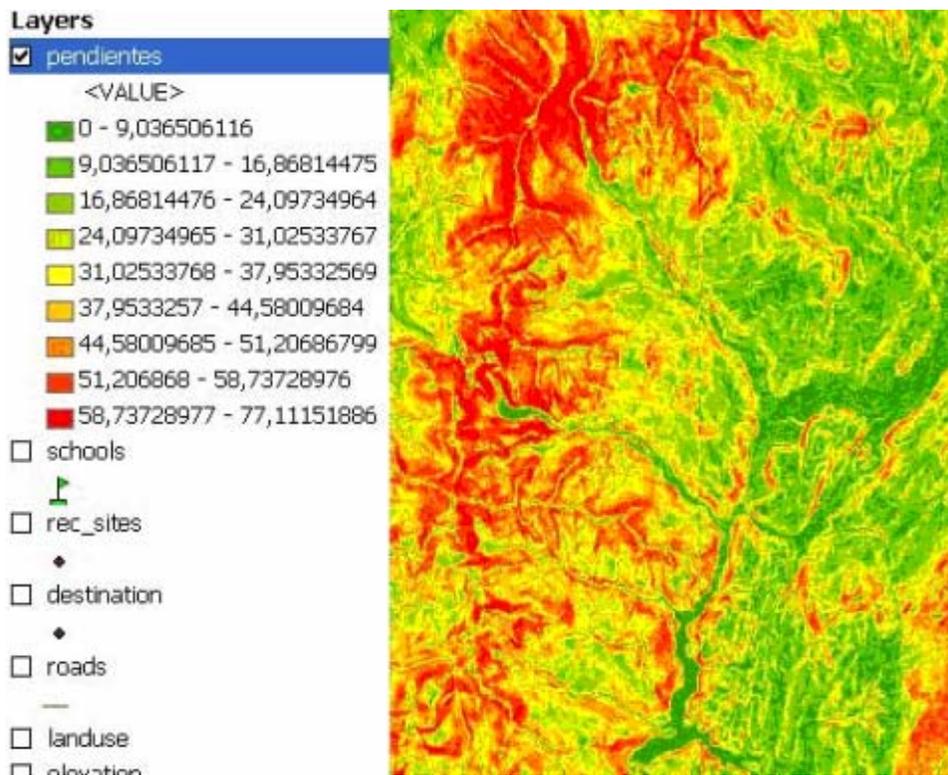


Fig. 7. Reclasificación de mapas [18]

Esta operación posibilita convertir los datos en escala de intervalos y de razón a una clasificación ordinal, para el modelado de la idoneidad de usos del suelo, utilizando el álgebra de mapas. Tiene el beneficio adicional de reducir el tamaño del archivo de las capas raster (Fig 8).

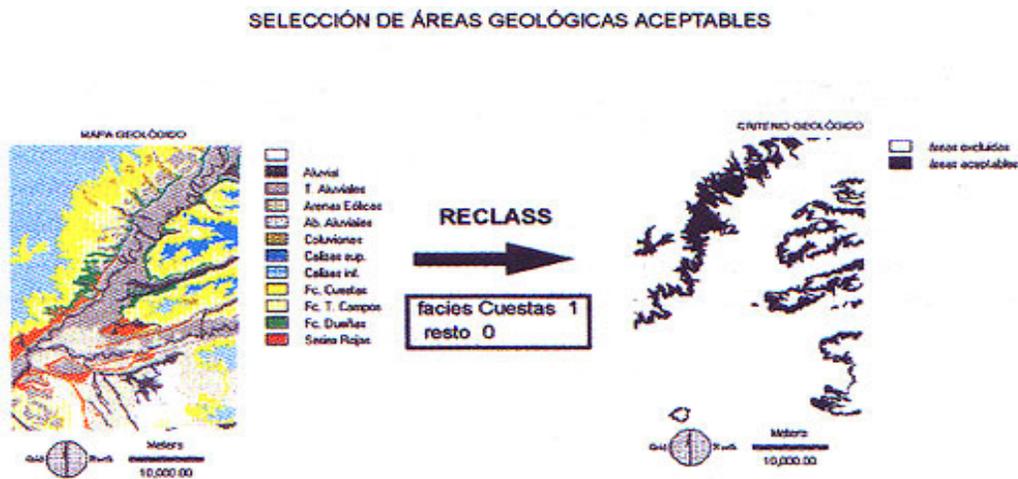


Fig. 8. Reclasificación de mapas. Mapa de Suelos de Ecosistemas de Nicaragua [19]

4. Métodos de recuperación de datos espaciales raster

Con el paulatino progreso de los GIS, se ha hecho cada vez más necesario encontrar técnicas y métodos que posibiliten recuperar de forma más óptima la información contenida en las bases de datos espaciales raster. En este capítulo se abordará sobre varios métodos que se han desarrollado con el objetivo de extraer información de los datos raster.

4.1 Método indirecto y método directo [20]

El Método Indirecto se basa en consultar las características de los objetos que son extraídos inicialmente de la imagen de un mapa topográfico escaneado. Después de un proceso de segmentación de la imagen y posterior generación de objetos por medio de características radiométricas, se puede obtener una lista de objetos segmentados. A cada objeto segmentado se le puede asignar características como área, perímetro, densidad, así como muchas otras. Para extraer objetos de una clase de objetos es requerida una combinación ideal de características a identificar en la imagen. Luego de seleccionar por medio de consultas, las características relacionadas con el objeto que se encuentra en la base de datos, se puede visualizar el objeto seleccionado en la imagen. Este método es llamado indirecto debido a que la selección es realizada de las características relacionadas con el objeto que se encuentra en la base de datos, y no sobre la propia imagen (Fig. 9).

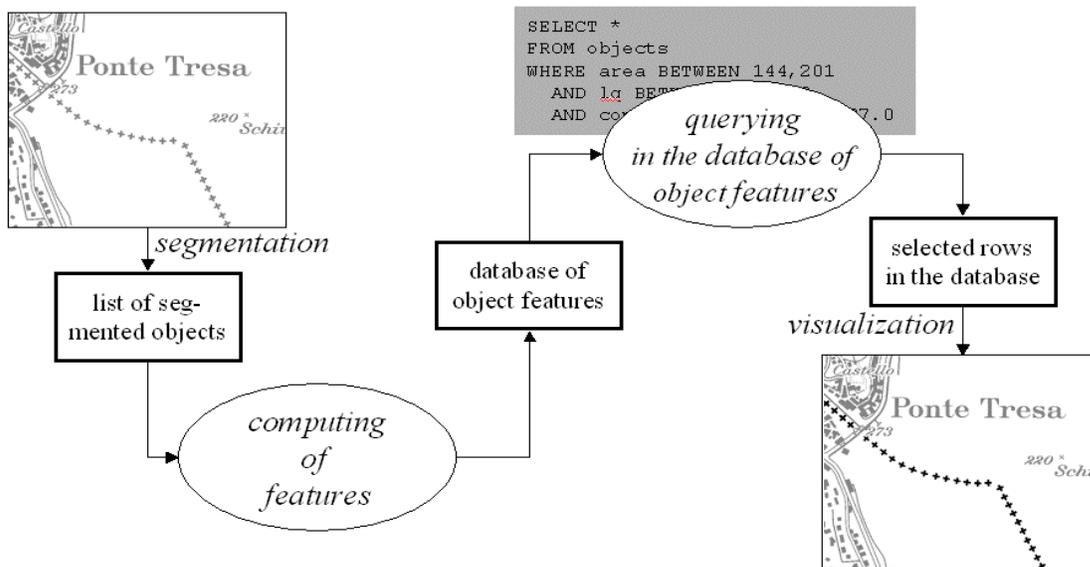


Fig. 9. Recuperación de datos raster por medio de características de los objetos de la Base de Datos (Método Indirecto) [20]

El método Directo se ejecuta directamente como un método de consulta tradicional, debido a que este no depende de un algoritmo o método de segmentación. Las estrategias de entrelazamiento de imágenes modificadas basadas en el conocimiento concerniente a las características geométricas y topológicas de los objetos posibilitan encuestar estructuras de datos raster de forma directa. De esta forma, no se necesita segmentar la imagen, y no se obtienen objetos desde la imagen, por lo que no se puede encuestar estructuras de datos raster a partes separadas de los objetos ni a más de un objeto segmentado.

En los documentos cartográficos se utilizan generalmente estrategias de entrelazamiento que proveen un extenso campo de algoritmos que se pueden usar para construir una herramienta de consulta. Su apariencia geométrica y topológica es bien conocida y declarada en leyendas de mapas que proveen un conocimiento base de patrones (Ver Fig. 10).

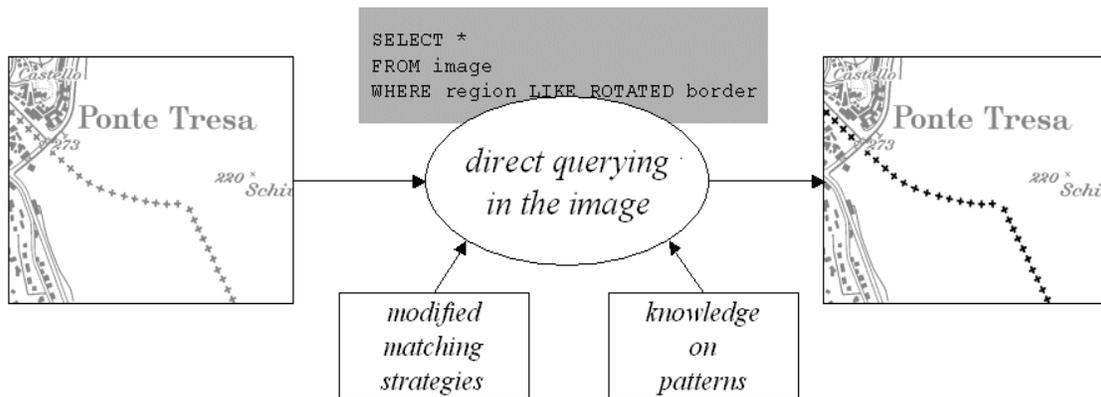


Fig. 10. Recuperación de datos raster de la imagen mediante estrategias de entrelazamiento (Método Directo) [20]

Tanto en el método directo como en el indirecto se sigue la formulación conocida del Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL, Structured Query Language por sus siglas en inglés) utilizado para consultar bases de datos. De esta forma, las consultas comienzan por una declaración SELECT, seguida por la indicación del recurso en la parte FROM y la seleccionando la especificación de los parámetros a la parte WHERE. El método directo consume más tiempo de ejecución que el método indirecto debido a las herramientas de entrelazamiento implementadas en los algoritmos. Por lo tanto estas estrategias tienen que ser modificadas [21].

Para la implementación del método indirecto se emplea el lenguaje RaQueL, desarrollado por Frischknecht en el año 1999 específicamente para la recuperación de datos raster, el cual mantiene exactamente la misma funcionalidad del lenguaje SQL (Ver Fig. 11). No obstante, después de ejecutadas las consultas, el resultado no es mostrado como una tabla de datos, sino visualizando directamente el resultado en un mapa y en donde todos los objetos seleccionados son mostrados con un color diferente al usado por el mapa, de manera que contraste. La fuente de datos está en la base de datos de las características de objetos, la cual hay que crear preliminarmente. Entre las características de los objetos, se usan atributos, en donde el lenguaje RaQueL calcula el área, perímetro, densidad, tamaño de los parámetros, orientación de los parámetros (ejes principales) y otra gran cantidad de características geométricas, las cuáles son independientes de la estructura raster. Los valores generalmente son números (enteros, flotantes) o expresiones Booleanas, o sea realizan la codificación de rasgos no numéricos, es un procedimiento que puede considerarse inadecuado.

Por ejemplo: Un mapa raster de tipos de suelos que codifique el tipo Ferralítico Rojo =1, Pardo =2, Esquelético=3. Se sabe que la media entre 1 y 3 es 2, pero para los edafólogos, pudiera ser difícil aceptar que en un área donde hay suelos ferralíticos y pardos que son muy fértiles, pueda catalogarse como un área, medianamente acta para cultivos varios. De este modo, los operadores para comparar atributos con valores son los mismos usados en la matemática clásica. Esta es la principal limitante tanto de la recuperación como del análisis de mapas raster, pues como es sabido la naturaleza de los datos geográficos puede ser heterogénea, con variables

tanto cualitativas como cuantitativas utilizadas para describir los fenómenos u objetos que se están representando.

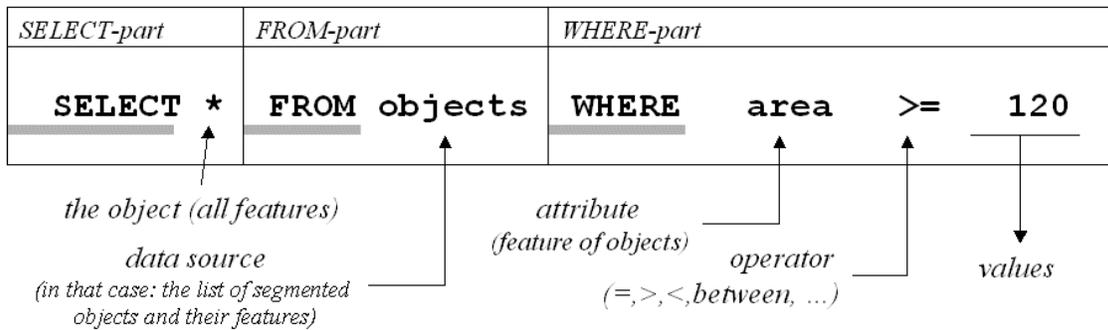


Fig. 11. El uso de las consultas en el Método Indirecto [20]

En el método directo no se tiene una base de datos derivada de la imagen. La estructura de datos raster consultada es en sí el valor con que se cuenta. El atributo luego es llamado “región” debido a que la estructura de datos raster es concertada como regiones certeras de la imagen. Por otro lado, en vez de comparar exactamente los operadores matemáticos, se usan diferentes operadores de entrelazamiento (Fig. 12). La elección del operador de entrelazamiento indicará el grado de ambigüedad que se mantenga. Entre los operadores de entrelazamiento, se han desarrollado cuatro operadores con varios grados de ambigüedad, especialmente varios límites de tamaños y orientaciones (Tabla. 2).

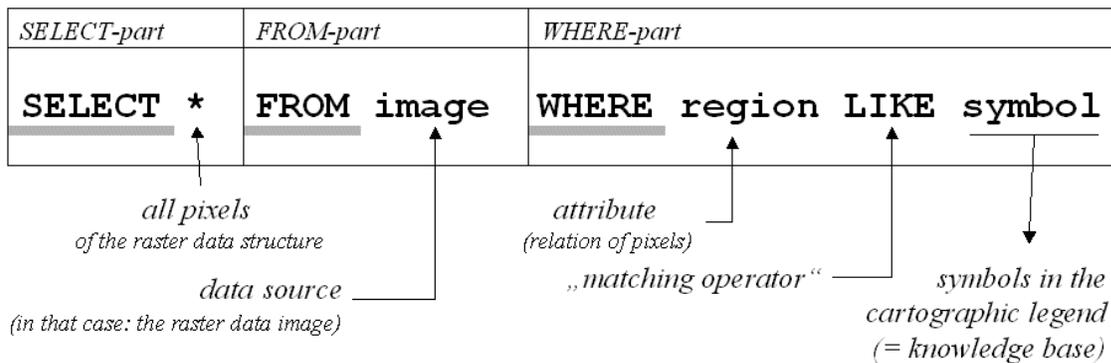


Fig. 12. El uso de las consultas en el Método Directo [20]

Debido a que las estructuras de imágenes raster con el mismo significado no son representadas exactamente como el patrón de la leyenda, los operadores de entrelazamiento deben ser poco difusos. En los documentos cartográficos existen una gran cantidad de señalizaciones, las cuales están localizadas en una sola orientación y un sólo tamaño, y existen otras con diferentes tamaños y orientaciones. Entre las señalizaciones con diferentes tamaños y orientaciones, la orientación varía continuamente, pero los tamaños están meramente escalonados en pocos tamaños posibles.

Tabla 2. Operadores del Método Directo [20]

<i>Operador</i>	<i>Patrones de entrelazamiento</i>
LIKE	<i>Patrón con sólo tamaño y en una sola orientación</i>
LIKE ROTATED	<i>Patrón con sólo tamaño pero en todas las posibles orientaciones</i>
SIMILAR	<i>Patrón con todos los posibles tamaños, pero sin rotación</i>
SIMILAR ROTATED	<i>Patrón con todos los posibles tamaños y orientaciones</i>

El operador “LIKE” representa un operador de entrelazamiento donde son usadas plantillas con el tamaño y la orientación estándar (0°) (Fig. 13). Las consultas formuladas con “SIMILAR” implica a todos los posibles tamaños, y la adicción “ROTATED” implica realizar la consulta en todas las posibles direcciones. A pesar de que las orientaciones pueden variar de forma continua, se introducen medidas de 5 °. Experiencias prácticas con la definición de plantillas difusas han mostrado que las orientaciones entre 5° van a ser bien detectadas gracias a la estrategia de entrelazamiento con un trabajo difuso.

4.2 Método híbrido de consulta basado en datos raster

El mejoramiento de los datos raster, trae consigo una serie de dificultades, por un lado la simbología en los documentos cartográficos es bastante similar, lo que significa que las deformaciones de las características geométricas y topológicas son pequeñas, por el otro lado, las estrategias de entrelazamiento son con frecuencia demasiado exactas. El principio de la plantilla de entrelazamiento es para comparar píxel por píxel entre la plantilla que se toma de la leyenda del mapa, y una imagen de ejemplo. Posicionando pocos píxeles en la línea del contorno de un objeto raster generalmente no cambia el significado del objeto pero la misma cantidad de píxeles extraviados que están concentrados localmente puede cambiar el significado del objeto en gran medida. Otra dificultad es que el hecho de que el entrelazamiento muestre una comparación de píxel por píxel supone un proceso que consume gran tiempo de ejecución. Debido a estas tres principales desventajas se ha desarrollado un nuevo enfoque para entrelazar y compactar un sistema híbrido de entrelazamiento [21].

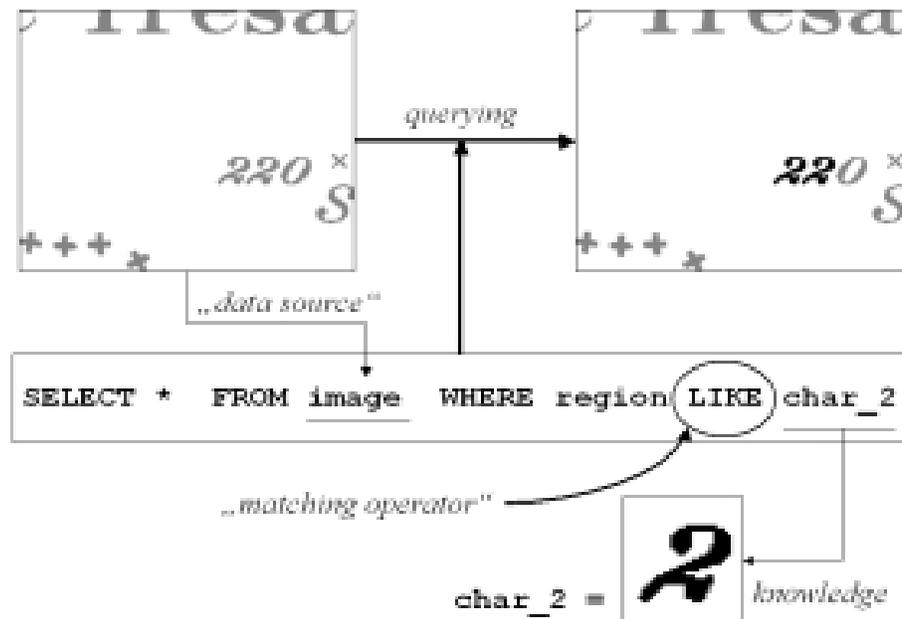


Fig. 13. Consultas a patrones bien conocidos de una imagen raster [21]

Primeramente una composición de puntos estructurales es chequeada (para acelerar el primer entrelazamiento sobre toda la imagen). Luego, después de abortar la mayoría de las imágenes que son tomadas de muestras, una plantilla con contornos difusos es entrelazada con las restantes regiones de la imagen: se separa en regiones de diferentes significados, las imágenes de muestra son entrelazadas teniendo en cuenta en cierta medida las estructuras esenciales de la plantilla, especialmente con respecto a los contornos difusos. El tercer paso de esta estrategia híbrida es un último entrelazamiento entre alternativas similares. Es por eso que la detección de algunas firmas sucumbe ante la confusión con otras firmas cuyas características geométricas son preferiblemente similares pero que sus significados son diferentes (Fig. 14).

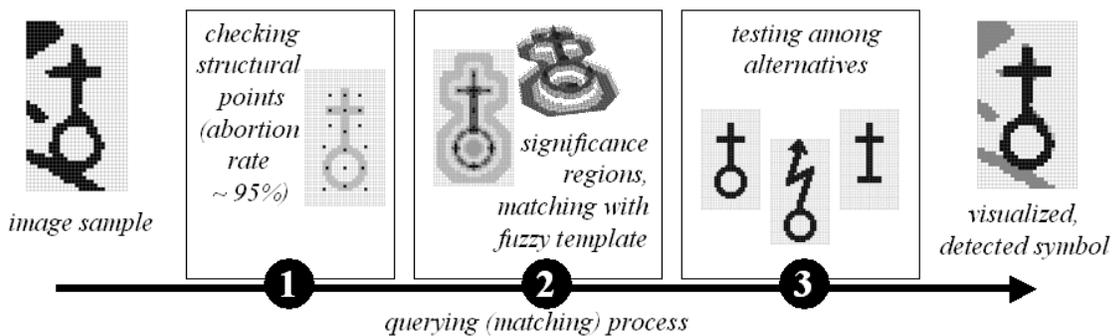


Fig. 14. Diagrama del Método Híbrido de Consulta basado en datos raster [21]

Sólo si se requiere de posiciones exactas, se realizará una estimación acertada de los parámetros referentes a la situación y orientación para proveer coordenadas más exactas para las estructuras de datos raster. Sin embargo, para una tarea de reconocimiento simple, no se requiere de coordenadas exactas.

4.3 Método de extracción automática y precisa de intersecciones de vías en mapas raster [22]

Este método se divide en tres grandes etapas. Una primera etapa llamada Etapa de segmentación automática, en donde primero se extraen los píxeles del primer plano del mapa raster. Una segunda etapa de Pre-Procesamiento, en la cual se extrae y se reconstruye la capa que contiene los datos concernientes a las carreteras después de la extracción de los píxeles del primer plano, donde luego se eliminan todos aquellos píxeles que no constituyen carreteras como por ejemplo letreros, líneas de contornos, etc. Luego se utiliza un buen número de operadores de procesamiento de imágenes para reconstruir las carreteras extraídas. Y una tercera y última etapa llamada etapa de Determinación de intersección de carreteras y extracción de conectividad con la orientación vial, en la cual se determinan las intersecciones de carreteras y se extraen las conectividades existentes con la orientación vial. Con los caminos extraídos, se detectan posibles candidatos de intersección de carreteras y se utilizan los números de caminos que se encuentran en la intersección de un candidato (es decir, la conectividad) y las orientaciones de la carretera para determinar la intersección de la carretera real. (Ver Fig. 15).

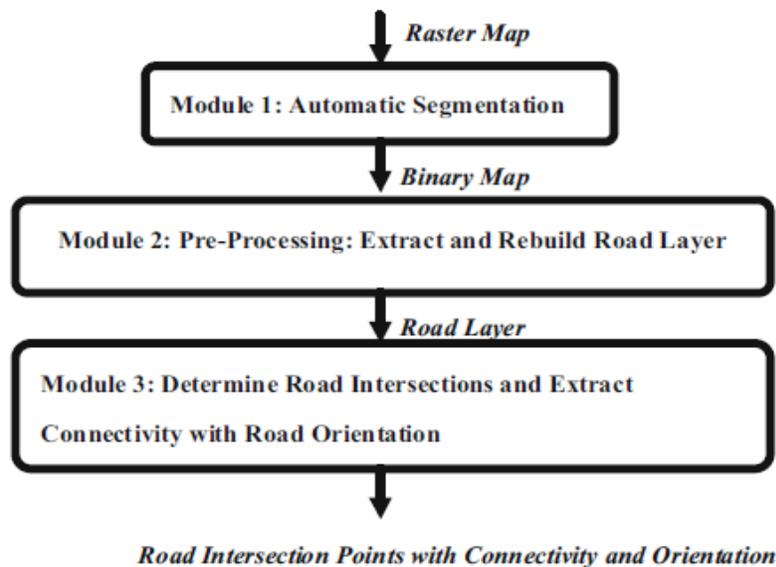


Fig. 15. Etapas del Método [22]

La principal contribución de este método que es proporciona un algoritmo completo de forma automática para extraer con precisión las intersecciones de los mapas raster, así como también identificar otras fuentes de información valiosa, como las propias carreteras, calles, etc.

4.4 Método de clasificación de píxeles de líneas y caracteres en mapas raster usando coeficientes de Transformación Discreta del Coseno y Máquinas de Soporte Vectorial [23]

Este método propuesto se basa en la clasificación de píxeles de líneas y caracteres en mapas raster utilizando coeficientes de Transformación Discreta del Coseno (DCT por sus siglas en

inglés) [24], [25], [26], [27], [28] y Máquinas de Soporte Vectorial (SVM por sus siglas en inglés) [29], [30], [31]. Esta clasificación es totalmente basada en píxeles e inicialmente cada píxel del mapa es automáticamente clasificado en píxel de fondo o en píxel de primer plano comparando cada uno con un umbral de intensidad de color. Esto es posible debido a que dentro de un área local del mapa, las texturas del primer plano y las del plano de fondo son diferentes ya que los colores del plano de fondo son generalmente muy homogéneos, y los colores del primer plano pueden ser muy heterogéneos. (Ver Fig. 16)

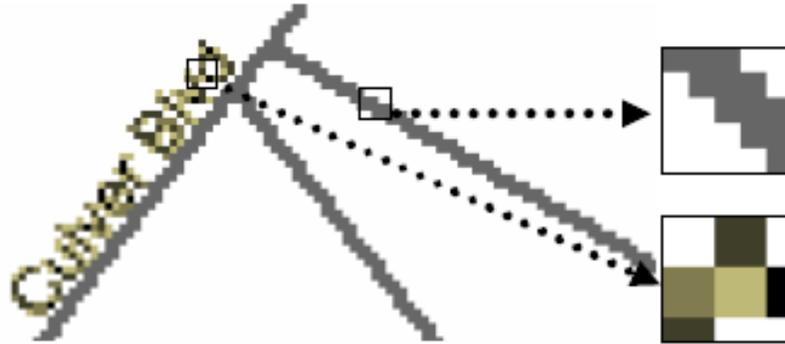


Fig.16. Píxeles de líneas y caracteres en un mapa raster [24]

Este algoritmo se centra específicamente en el trabajo con los píxeles del primer plano. Consta fundamentalmente de dos grandes procesos. Como se había planteado anteriormente, un primer proceso en el cual se realiza la separación de los píxeles del primer plano de los del plano de fondo de un mapa raster, mediante la generación de coeficientes de DCT. Como segunda etapa se plantea la clasificación de los píxeles de las líneas y los caracteres usando las SVM (Ver fig.17).

El principal aporte de este método es que garantiza una gran precisión en la clasificación de los píxeles de líneas y caracteres en los mapas raster, lo que posibilita un proceso de extracción de la información mucho más eficiente.

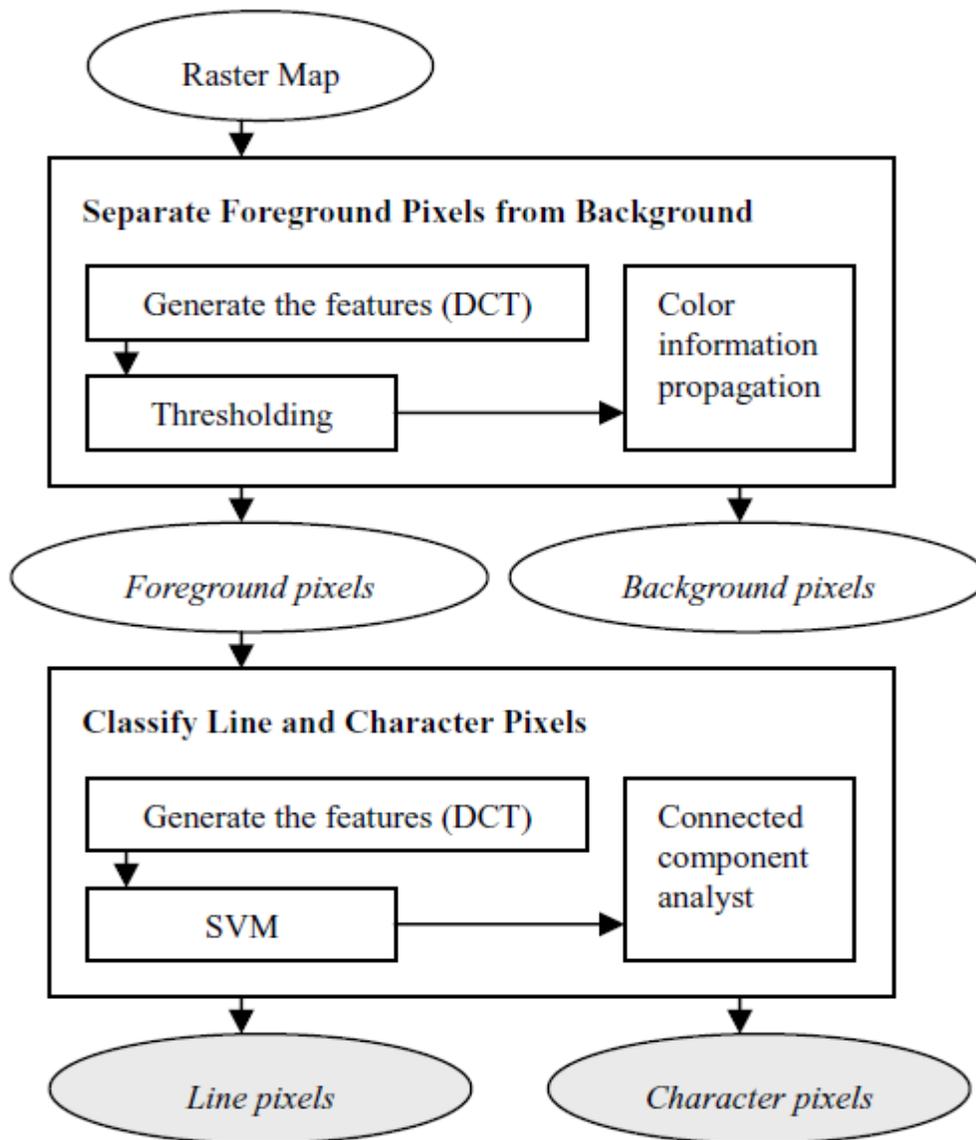


Fig. 17. Procesos del algoritmo propuesto por [24]

5. Recuperación semántica de la información

Con el surgimiento y el desarrollo paulatino de una nueva era de la web, reconocida como la Web Semántica [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], uno de los principales problemas que se ha abierto y que a su vez ha causado gran motivación, ha sido el recuperar la información contenida en esta nueva web, o lo que es lo mismo, la recuperación semántica de la información en la web [39], [40].

5.1 El uso de las ontologías en la recuperación semántica de la información

El uso de las ontologías como representación del conocimiento ha posibilitado que se logre establecer una relación entre los significados de las palabras y recuperar la información por su significado semántico logrando que cada vez más los usuarios puedan extraer la información de forma mucho más completa y más acorde a la forma de pensar de los mismos.

6. Semántica geoespacial o geosemántica

Con la creciente búsqueda de nuevos métodos y técnicas para la recuperación semántica de la información en la web semántica, así como la progresiva integración de los servicios a través de la web, un nuevo enfoque en la gestión de la información geográfica en los GIS se impone. Se trata de la Semántica Geoespacial o lo que es lo mismo la Geosemántica, que no es más que el entendimiento del contenido de los GIS, capturar esta comprensión y transformarla en una teoría formal [11], es decir la Geosemántica representa una conciliación formal entre objetos geográficos, de acuerdo a la conceptualización del mundo real en su interacción con las aplicaciones o dominios en los que se desenvuelven. En los últimos años se han creado diversos enfoques orientados a la introducción de la semántica en los datos espaciales [41], [42], [43].

6.1 Los Sistemas de Información Geográfica en la geosemántica

Tomando lo planteado en [9], [10], en los Sistemas de Información Geográfica Gobernados por Ontologías (ODGIS) las ontologías son una componente más, como lo es la base de datos temáticos o espaciales empleadas por los GIS. Se plantea que los ODGIS se pueden dividir en dos partes: una llamada Generación del conocimiento y otra parte nombrada Uso del conocimiento. La parte de generación del conocimiento abarca la especificación de las ontologías utilizando el editor de ontologías, la generación de nuevas ontologías a partir de las ya existentes y la traducción de ontologías a componentes de software. La fase de uso del conocimiento se apoya en los productos obtenidos en la fase anterior: una serie de ontologías especificadas en un lenguaje formal y en una serie de clases. Las ontologías están disponibles para ser navegadas por el usuario final y para su utilización en la generación de aplicaciones, análisis y finalmente las posibles alternativas de decisión.

6.1.1 Generación del conocimiento

Los ODGIS están soportados por dos nociones básicas: hacer explícitas a las ontologías antes que el sistema de información haya sido desarrollado, y división jerárquica de puntos de vistas para la comunidad de la información geoespacial.

El uso de ontologías explícitas contribuye a un mejor sistema de información debido a que de esta manera se evitan conflictos entre los conceptos ontológicos y la implementación. Además, las ontologías de nivel superior pueden ser utilizadas por sistemas interoperables ya que representan un vocabulario común compartido por una comunidad. En la arquitectura ODGIS, diversos mediadores tienen que actuar para recolectar los aspectos fundamentales de suelo de diversas fuentes de información y conformar la instancia de un suelo de acuerdo a la ontología. Las ontologías constituyen el conocimiento particular base que describe hechos que son siempre verdaderos para una comunidad de usuarios. La primera ontología especificada dentro de una comunidad es una ontología de nivel superior o base. Luego de que la ontología de

nivel superior sea especificada, pueden ser creadas ontologías más detalladas a partir de aquella. Existen dos posibilidades para la construcción de las ontologías: primero, que estas pequeñas comunidades pueden unirse con otras comunidades con los mismos intereses y probar construir una ontología de nivel superior que abarque sus ontologías propias a partir de estas. La misma razón aplicada dentro de una comunidad, puede ser expandida a comunidades de nivel superior, o a subgrupos dentro de una comunidad. La serie de ontologías es representada en una jerarquía. Los componentes de la jerarquía son clases modeladas por sus rasgos distintivos (partes, funciones y atributos). Los roles permiten una representación más rica de las entidades geográficas y evitan el problema de la herencia múltiple, que no siempre es conveniente. Una vez que las ontologías son especificadas podemos traducirlas en clases. Las ontologías estarán disponibles para ser navegadas por el usuario final, y proveen la información del metadato acerca de la información disponible. La serie de clases contienen los datos y las operaciones que constituyen las funcionalidades del sistema. Estas clases contienen el conocimiento disponible a ser incluido en los nuevos sistemas basados en ontologías [10].

6.1.2 Uso del conocimiento

El resultado de la fase de generación del conocimiento de un ODGIS nos garantiza una serie de ontologías especificadas en un lenguaje formal así como un paquete de clases. Las ontologías estarán disponibles para ser navegadas por el usuario final.

Los componentes principales de una arquitectura ODGIS según plantean [9] y [10], se muestran en la Fig. 18.

- ✓ *El servidor de ontologías:* tiene un rol central en el ODGIS ya que provee la conexión entre todos los componentes principales. El servidor es también responsable de que las ontologías estén disponibles para las aplicaciones. La conexión entre el servidor y las fuentes de información es realizada a través de los mediadores.
- ✓ *Los mediadores:* buscan la información geográfica y la transforman a un formato interpretable por el usuario final. Los mediadores son fragmentos de software con conocimiento embebido. Los expertos construyen a los mediadores introduciendo su conocimiento en ellos y manteniéndolos actualizados.
- ✓ *Las ontologías:* están representadas por dos tipos de estructuras: las especificaciones y las clases. Las especificaciones están hechas por los expertos y almacenadas de acuerdo a sus rasgos distintivos (partes, funciones y atributos) y sus interrelaciones semánticas (relaciones: es-un, parte-de, y todo-de). Esta estructura de la ontología proporciona información sobre el significado de los conceptos disponibles y puede ser utilizada por el usuario para conocer qué información esta almacenada y para comparar su concepción del mundo con otras concepciones disponibles almacenadas por el manager de ontologías. Las clases son el resultado de la transformación de las ontologías, en componentes de software que van a ser utilizadas para desarrollar aplicaciones. Las clases son completamente funcionales con todas las operaciones que pueden ser aplicadas a esa entidad.
- ✓ *Las fuentes de información:* Las fuentes de información geográfica en un ODGIS pueden ser cualquier tipo de base de datos geográfica con tal que éstas se vinculen con un mediador. El mediador tiene la función de extraer los fragmentos de información necesarios para generar una instancia de una entidad perteneciente a una ontología. El mediador tiene también la función de brindar nueva información de retorno en caso de una actualización.

- ✓ *Las aplicaciones:* Una de las aplicaciones de un ODGIS es la recuperación de la información. Los mediadores proveen instancias de las entidades en el servidor de ontologías. El usuario puede buscar la información en diferentes niveles de detalle dependiendo del nivel de ontología utilizado. Otros tipos de aplicaciones pueden ser desarrollados, como la actualización de las bases de datos y diferentes tipos de procesamiento geográfico, incluyendo análisis estadístico y procesamiento de imágenes.

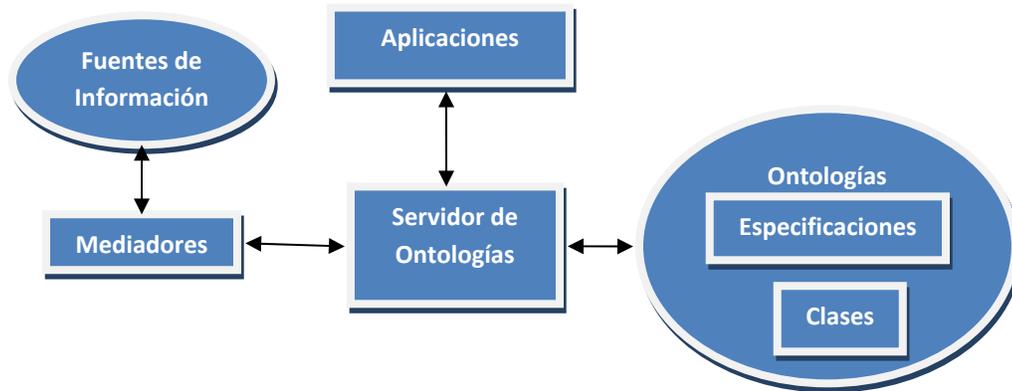


Fig. 18. Arquitectura básica de un ODGIS [9]

6.2 Recuperación semántica de datos espaciales raster

La recuperación de la información espacial por su significado semántico contenida en los datos raster es aún un tema muy abierto, en el que se continúan realizando estudios en busca de dar pasos significativos. Las mayores aproximaciones hasta la actualidad en este sentido han llegado hasta la representación semántica de estos datos. Entre una de las mayores aproximaciones en este sentido lo constituye el trabajo realizado en [43], en el cual se propone una metodología que presenta una arquitectura basada en estructuras de datos de búsqueda espacial (se escogió R-tree para datos vectoriales y Quadtree para datos raster) en dependencia del tipo de datos a anotar y como soporte para la persistencia de las anotaciones semánticas de datos geográficos tomando como bases sólidas las geo-ontologías. Este trabajo deja sentadas las bases para que se continúe trabajando en métodos eficientes para la recuperación de los datos una vez que se encuentren realizadas las anotaciones semánticas. Además contribuye en gran medida al desarrollo de los GIS de la era semántica, los ODGIS, debido a que la arquitectura propuesta aporta bases sólidas para conservar los datos en las grandes bases de datos espaciales que requieren estos GIS de nueva generación, además de que los resultados logrados sobre la propuesta de este fueron implementados sobre el GIS OpenSource gvSIG, con lo cual abre las puertas al desarrollo sobre el camino del Software Libre.

Entre otro de los trabajos que se han desarrollados y que se aproxima aún más a la recuperación semántica de los datos espaciales raster, está el realizado en [42], el cual propone una metodología para realizar una representación semántica de datos espaciales raster, enfocándose en los modelos digitales de elevación (DEM por sus siglas en inglés) como caso particular de los datos espaciales raster. Esta metodología se basa en tres etapas: Conceptualización, Síntesis y Descripción. La primera etapa que es la Conceptualización consta de tres partes fundamentales: la conceptualización del dominio geoespacial o de alto nivel, la conceptualización del dominio específico de un Conjunto de Datos Espaciales Raster (CDER)

sobre el cual se vaya a operar, y la conceptualización de la aplicación a través de la cual se implementará la representación de los datos. Esta primera etapa, mediante dos grandes ontologías; una ontología para el Dominio Geográfico y la otra para el Dominio de las Formas del Terreno; conceptualiza el dominio geográfico. Una segunda etapa, que es la Síntesis, en la cual mediante algoritmos, extraen las características del CDER, teniendo en cuenta al dominio en el que éstos son analizados. Y por último y no la menos importante, la tercera etapa, en la cual se determinan los extractos, que según este trabajo, son segmentos del CDER identificados con algún concepto en general, y los cuales se describen de acuerdo a la conceptualización. Con esta metodología se logra describir que es lo que se encuentra contenido en un conjunto de datos espaciales raster, mediante un lenguaje muy cercano al natural utilizado por los humanos, pero a la vez en un formato legible computacionalmente que garantiza la integración y la interoperabilidad entre otros formatos semejantes. Sin embargo deja pendiente y abiertamente las posibles soluciones para recuperar la información una vez que se haya realizado la representación de los datos.

Según plantea este trabajo, a raíz de la metodología propuesta, se están desarrollando dos tesis de maestría orientadas a profundizar los conceptos planteados en este trabajo. Una de ellas se centra en el desarrollo de un sistema para realizar descripciones semánticas de modelos digitales de elevación y la otra trata la conceptualización de las relaciones topológicas de aquellos conceptos que existen en el dominio de las formas del terreno, que se pudiera ver desde cierto punto de vista, como una extensión de la primera tesis, ya que incluye la conceptualización de las relaciones topológicas. Con el desarrollo de estas tesis se prevé que se puedan realizar descripciones semánticas mucho más completas y eficientes a los DEM en un futuro no muy lejano.

7. Conclusiones

En este reporte se realizó un estudio sobre los métodos y técnicas más avanzadas en cuanto a la recuperación de datos espaciales en formato raster. Se han mostrado resultados en la búsqueda de nuevas técnicas y métodos para agilizar los procesos de análisis y recuperación de los datos espaciales raster.

Una de las principales limitantes de las operaciones de recuperación y análisis raster radica en que los valores de las celdas son números (enteros, flotantes) o expresiones Booleanas, o sea realizan la codificación de rasgos no numéricos por lo que los operadores para comparar atributos con valores son los mismos usados en la matemática clásica. La naturaleza de los datos geográficos puede ser heterogénea, con variables tanto cualitativas como cuantitativas utilizadas para describir los fenómenos u objetos que se están representando. Por lo que se necesita encontrar métodos que tomen en cuenta esta limitante y permitan trabajar con las descripciones mezcladas e incompletas de manera simultánea. El campo del Reconocimiento Lógico Combinatorio de Patrones puede ofrecer una serie de métodos y algoritmos en este sentido.

También se pudo comprobar que aun cuando se están realizando grandes esfuerzos en las investigaciones sobre esta nueva visión del mundo de los datos espaciales geográficos, se continúan buscando nuevas variantes y alternativas para el tratamiento y extracción de la información espacial de forma convencional, es decir, sin agregarle un procesamiento semántico.

Se pudo comprobar que con el surgimiento de la Geosemántica, se han logrado algunos avances en cuanto a la anotación o representación de los datos espaciales raster, sin embargo todos estos avances aún se encuentran en fase experimental o en prácticas de laboratorios, y todavía no se han implementado como soluciones prácticas. La recuperación de la información

espacial raster por su significado semántico es aún un tema en el que no se han logrado pasos de avances sólidos debido a su gran complejidad.

Podemos resumir que todos los caminos de las investigaciones conducen al desarrollo de métodos de recuperación y análisis de los datos raster sobre una base semántica que además tomen en cuenta el problema de la naturaleza de los datos geoespaciales (valores cualitativos y cuantitativos) que permita realizar consultas y análisis basados en el significado de lo que el usuario desea alcanzar como objetivo de la recuperación y en donde estos métodos sean basados en geo-ontologías como alternativa sólida y eficiente para la representación de la información espacial y posteriormente puedan ser integrados a los GIS de nueva generación, los ODGIS.

Por otra parte, se debe seguir trabajando en aunar esfuerzos para lograr establecer consensos mundiales en cuanto a la anotación de la información, sobre todo en la creación de ontologías de dominios posibilitando que de esta forma se estandaricen los conceptos y así se puedan desarrollar métodos muy eficientes y óptimos para la recuperación semántica espacial de la información y de esta forma potenciar cada vez más las utilidades de los ODGIS.

Referencias bibliográficas

1. Franco Rodolfo, *Sistemas de Información Geográfica*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, República de Colombia, Capítulo Datos Espaciales, Actualizado 2010. http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/datos_espaciales.htm
2. Franco Rodolfo, *Sistemas de Información Geográfica*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, República de Colombia, Capítulo Análisis Espacial Actualizado 2010. <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/espacial.htm>
3. Franco Rodolfo, *Sistemas de Información Geográfica*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, República de Colombia, Capítulo Componente temática Actualizado 2010. <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/tematico.htm>
4. Franco Rodolfo, *Sistemas de Información Geográfica*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, República de Colombia, Capítulo Componente temporal Actualizado 2010. <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/temporal.htm>
5. ArcGIS Resource Center. ArcGIS 9.2 Desktop Help. Data support in ArcGIS. Raster data. ESRI Web Site, 2006. <http://resources.arcgis.com/content/web-based-help>
6. *Geographic Information Systems*, National Center for Geographic Information & Analysis at The University of Maine, Vol. 1, pp. 1-3, 1990.
7. Gruber Thomas R., *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Stanford Knowledge Systems Laboratory, 1993.
8. *Geographic Information Systems*, ESRI Web Site, 2010. <http://www.gis.com>
9. Fonseca Frederico T., Egenhofer Max J., Agouris Peggy, *Using Ontologies for Integrated Geographic Information Systems*, 2002.
10. Garea Llano Eduardo, *Estado Actual de la Interpretación Semántica de Datos Espaciales*, CENATAV, La Habana, Cuba, 2007.
11. Kuhn Werner, *Geospatial Semantics: Why, of What, and How?* Institute for Geoinformatics, University of Munster, pp. 5, 2005.
12. Guarino Nicola, *Formal ontology in information systems*, National Research Council, Padova, Italy, 1998.
13. Van Heijst Gertjan, Schreiber August Th., Wielinga Bob J., *Using explicit ontologies in KBS development*, *International Journal of Human and Computer Studies* 46 (2-3): pp. 183-292, 1997.
14. Allen, Inwin, General Geomorphometry, en A. S Goudie (editor): *Geomorphological techniques*, Londres, 1981.
15. Bosque Sendra Joaquín, *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Ediciones Rialp, Pág. 165, 1992.

16. Bosque Sendra Joaquín, *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Ediciones Rialp, Pág. 308-323, 1992.
17. Durand Hélène, Zanetti Marina, Agnesi Sabrina, Aguilar-Manjarrez Pepe, Crescenzi Beatrice, Pieper Gertrude, Caparrini Francesca, *Geographic Information Systems in Sustainable Development*, FAO-GIS, Updated June 2004. <http://www.fao.org/SD/eidirect/gis/eigis000.htm>
18. *Sistemas de Información Geográfica*, Septiembre-3, 2007. <http://geoinformatica.wordpress.com/>
19. Martínez-Alegría Roberto, Taboada Javier, Ordóñez Celestino, Lanaja José M^a, *Análisis Multicriterio para la Selección de Emplazamientos de Vertederos de Residuos Sólidos en el Entorno de Valladolid*, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra “Mapping Interactivo”, ISSN: 1.131-9.100, España, Marzo, 2000.
20. Graeff Bastian, Carosio Alessandro, *Automatic Interpretation of Raster-Based Topographic Maps by Means of Queries*, FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, April 19-26, 2002.
21. Graeff, Bastian, *Querying Raster Data Structures – Probabilistic and Non-probabilistic Approaches on Knowledge Based Template Matching Methods*. In Proc. IAG, Budapest, 2001.
22. Chiang Yao-Yi, Knoblock Craig A., Shahabi Cyrus, *Automatic and Accurate Extraction of Road Intersections from Raster Maps*, USA, 2009.
23. Chiang Yao-Yi, Knoblock Craig A., *Classification of Line and Character Pixels on Raster Maps Using Discrete Cosine Transformation Coefficients and Support Vector Machines*, University of Southern California, USA, 2006.
24. Lense Lasse, *Discrete Cosine Transform*, Oct-27, 1998.
25. Watson Andrew B., *Image Compression Using the Discrete Cosine Transform*, Mathematica Journal, 4(1), NASA Ames Research Center, USA, p. 81-88, 1994.
26. Strang Gilbert, *The Discrete Cosine Transform*, Massachusetts Institute of Technology, USA, 1998.
27. Chitprasert B., Rao K.R., *Discrete cosine transform filtering*, Department of Electrical Engineering, The University of Texas at Arlington, Arlington, U.S.A, June-10, 2003.
28. Britanak Vladimir, Yip Patrick, Rao K. R., *Discrete Cosine and Sine Transforms: General Properties, Fast Algorithms and Integer Approximations*, Institute of Informatics, McMaster University The University of Texas at Arlington, Slovak Republic, Canada, USA, 2006.
29. Strang Gilbert, *The Discrete Cosine Transform*, *SIAM Review*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol. 41, No. 1, pp. 135-147, Mar., 1999.
30. Shawe-Taylor John, Cristianini Nello, *Support Vector Machines and other kernel-based learning methods*, Cambridge University Press, 2000.
31. Alba Castro José Luis, *Decisión estimación y clasificación. Teoría del aprendizaje y Redes Neuronales Artificiales*, Programa de Doctorado 2003-2005, Grupo de Tecnologías de la Señal, Depto. Teoría de la Señal y Comunicaciones, Universidade de Vigo, España.
32. *Semantic Web*, Semantic Web Site, 2009. <http://www.semanticweb.org/>
33. Uschold Mike, Gruninger Michael, *Ontologies: principles, methods and applications*, Artificial Intelligence Applications Institute (AIAI), The University of Edinburgh, Department of Industrial Engineering, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada, 1996.
34. Antoniou Grigoris, van Harmelen Frank, *A Semantic Web Primer*, ISBN 0-262-01210-3, Massachusetts Institute of Technology, US, 2004.
35. *Web Semántica*, Sitio Web W3C España, 2010. <http://www.w3c.es/>
36. Pérez Valdés Damián, *Web Semántica y sus principales características*, Sitio Web Maestros del Web, Junio-26, 2007. <http://www.maestrosdelweb.com/>
37. Halpin Harry, Hawke Sandro, Herman Ivan, Prud'hommeaux Eric, Raggett Dave, Swick Ralph, *W3C Semantic Web Activity*, 2010.
38. Catells Pablo, *La web semántica*, Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, 2003.
39. Finin Tim, Mayfield James, Joshi Anupam, Scott Cost R., Fink Clay, *Information Retrieval and the Semantic Web*, University of Maryland & The Hopkins University, USA, 2004.

24 Ing. Eydel Jaime González, Dr. C. Eduardo Garea Llano

40. Vallet David, Fernández Miriam, Castells Pablo, *The Quest for Information Retrieval on the Semantic Web*, Universidad Autónoma de Madrid y Escuela Politécnica Superior, Madrid, España, 2005.
41. Quintero Téllez Rolando, Torres Ruiz Miguel, Moreno Ibarra Marco, Guzmán Lugo Giovanni, *Metodología para generar una Representación Semántica de Datos Raster*, in *Semántica Espacial y descubrimiento de conocimiento para desarrollo sostenible*, J.L.C.F. Editado por Tatiana Delgado Fernández Editor. 2009.
42. Oliva Santos Rafael, *Anotaciones Semánticas de Datos Geográficos*, La Habana, Cuba, Enero 2009.
43. Klien Eva Marie, *Semantic Annotation of Geographic Information*, MUSIL, Alemania, 2008.

RT_034, octubre 2010

Aprobado por el Consejo Científico CENATAV

Derechos Reservados © CENATAV 2010

Editor: Lic. Lucía González Bayona

Diseño de Portada: Di. Alejandro Pérez Abraham

RNPS No. 2142

ISSN 2072-6287

Indicaciones para los Autores:

Seguir la plantilla que aparece en www.cenatav.co.cu

C E N A T A V

7ma. No. 21812 e/218 y 222, Rpto. Siboney, Playa;

Ciudad de La Habana. Cuba. C.P. 12200

Impreso en Cuba

