

Planificador de Rutas Turísticas Basado en Sistemas Inteligentes y Sistemas de Información Geográfica RUTASIG

Maria Isabel Ruiz Henao y Juan Alberto Agudelo Betancur

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO

nirh@epin.net.co ; jaagudelo@gmail.com

Recibido para revisión May–2006, aceptado Jun–2006, versión final recibida Jun–2006

Resumen: Un sistema de información geográfica trabajan con datos geográficos, datos de atributos y con un modelo de capas. Una base de datos es una colección de uno o más archivos de datos o tablas almacenadas de una manera estructurada. En los sistemas inteligentes se encuentran varios sistemas de búsqueda que se aplica según el objetivo y los resultados esperados. La planificación de rutas turísticas permite a los viajeros organizar un viaje antes y durante el mismo. Para el desarrollo del proyecto se utilizó el método de búsqueda guiada con heurística, lo cual permite manejar variables para la búsqueda.

Palabras Clave: Datos geográficos, Datos de atributos, Sistemas de información geográfica, Base de conocimiento, Heurística.

Abstract: A GIS works with geographic data, data of attributes and with a model of layers. A data base is a collection of one or more data files or stored tables of a structured way. In the intelligent systems are several systems search that it is applied according to the objective and the awaited results. The planning of tourist routers gives to the traveller the possibility of organizes his trip before and during his travel. In the development of the project use the guide finding method with heuristic, these use variables to make the search.

Keywords: Geographic data, Data of attributes, Geographical information systems, Knowledge base, Heuristic.

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica han surgido como una herramienta versátil que permite almacenar, manipular, analizar y mostrar datos que tienen una componente geográfica que los relaciona con un sitio específico en el espacio. Su desarrollo los ha llevado a ser aplicados en diversos campos, como la geología, el medio ambiente, el comercio, la seguridad, entre otros.

Los sistemas inteligentes han sido objeto de gran estudio a través de toda la historia de la computación, desde la medicina hasta la economía, hoy en día toda persona tiene contacto con algo desarrollado aplicando las teorías de la inteligencia artificial.

La planificación de rutas ha sido un problema que desde hace mucho tiempo ha sido motivo de estudio por parte de las personas, la reducción de costos y tiempo en los transportes, pero no solo para ganar dinero se ha buscado dar una solución óptima a los problemas de planificación de rutas, también en el turismo y en las fuerzas armadas se ven soluciones particulares a sus propios problemas de planificación de rutas donde no necesitan la más rápida o corta es la mejor.

sariamente la más rápida o corta es la mejor.

RUTASIG es un planificador de rutas turísticas basado en sistemas inteligentes y sistemas de información geográfico que brinda al viajero información completa sobre sitios de interés, municipios, ubicación de peajes, entre otros aspectos importantes del turismo por vía terrestre en Colombia, también permite al viajero conocer las mejores rutas para llegar a su destino, ofreciendo diferentes posibilidades para elegir una ruta optima.

2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

2.1 Definición

Un sistema de información geográfica se puede definir como un sistema de información, es decir, un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente, en el cual los datos tienen una componente geográfica asociada a estos y permite capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda esta información geográfica y sus atribu-

tos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

En los sistemas de información geográfica la realidad es representada por una serie de características geográficas definidas de acuerdo a dos elementos de datos. El elemento de dato geográfico (también llamado de ubicación) es usado para proveer una referencia para el elemento de dato de atributos (también llamado estadístico).

En un sistema de información geográfica la información se separa por capas, cada capa de información representa un conjunto de datos agrupados por tipo y significado, de modo tal que si en un sistema de información geográfica se utiliza información del uso de la tierra, los ríos y los caminos, cada uno de estos estará en una capa distinta. Estas capas son independientes unas de otras, pero aún así, guardan una relación entre sí, esta puede estar dada por algún atributo no geográfico, como un campo identificador o por un atributo geográfico como lo son sus coordenadas dentro del mapa.



Figura 1: Modelo de capas

Los sistemas de información geográfica están compuestos por cuatro componentes que trabajan mancomunadamente para realizar todas las operaciones.

Hardware: este está compuesto por la plataforma computacional y los dispositivos de entrada y salida como escáneres y plotters.

Software: los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Se dividen según el manejo de datos: de procesamiento de archivos, híbrido y extendido.

Datos: los sistemas de información geográfica utilizan dos tipos de información para realizar sus diferentes operaciones, los datos de tipo raster y los datos de tipo vectorial.

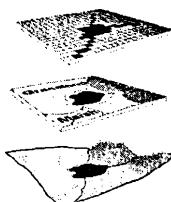


Figura 2: Formatos de datos en SIG

Formato Raster: este formato se caracteriza por estar formado por puntos que conforman cada uno con sus características propias todo el mapa, cada punto es parte de un conjunto que puede estar representando un río o un bosque.

Vectorial: los datos en formato vectorial están representados por tres elementos geométricos, puntos, líneas y polígonos, toda la información se puede representar por alguno de estos elementos.

Personal: en este elemento es importante tener en cuenta que las personas responsables del diseño, la implementación y el uso del sistema de información geográfica deben estar entrenadas apropiadamente y tener la visión del proyecto para llevarlo a buen fin.

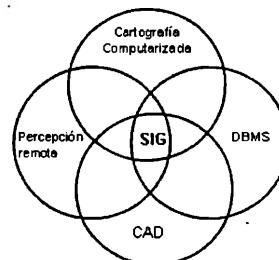


Figura 3: Relación entre SIG y otras tecnologías

2.2 Bases de Datos

Un DBMS se define como un paquete de software para el almacenamiento, manipulación y recuperación de datos de una base de datos. Una base de datos es una colección de uno o más archivos de datos o tablas almacenadas de una manera estructurada. Martin, 1976, expone ciertas consideraciones con respecto a los DBMS:

- El método de almacenamiento de los datos puede ser considerado independiente de los programas que acceden a la base de datos.
- Debe ser implementado un ambiente controlado y estandarizado para la entrada y actualización de los datos, con la debida validación de los mismos, para garantizar la integridad y consistencia entre los archivos de datos.
- Deben ser aplicadas políticas de seguridad para el acceso a grupos de datos específicos.
- Se debe implementar una administración de acceso multiusuario consistente, para las operaciones de lectura y actualización de los datos.

3 SISTEMAS INTELIGENTES

3.1 Métodos de Búsqueda

3.1.1 Definición de problemas de estados

El espacio de estados es el conjunto de estados que puede tomar un problema a partir de un estado inicial siguiendo las reglas de generación de estados (operadores). Los estados constituyen los nodos del árbol de búsqueda, mientras que los operadores son los arcos de dicho árbol.

Existen varios sistemas de búsqueda que permiten obtener mejores y/o más rápidos resultados para el problema planteado, de esta forma, dependiendo de la respuesta que se necesite se utilizará un tipo de búsqueda específico.

- Básicas o "a ciegas":
 - En anchura.
 - En profundidad.
 - En profundidad acotada
 - En profundidad iterativa.
- Heurísticas o guiadas:
 - Con heurística: escalada.
 - Con heurística: primero el mejor.
 - Con coste: óptimal
 - Con coste y heurística: A*.

3.1.2 Búsquedas Básicas

Búsqueda en anchura: Este algoritmo de búsqueda visita cada nodo del árbol por niveles, es decir, visita todos los nodos de un nivel antes de visitar los del siguiente.

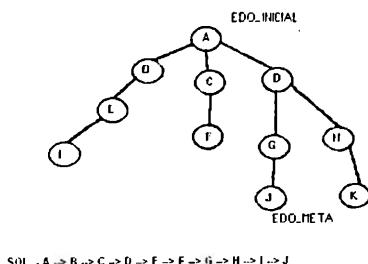


Figura 4: Búsqueda en anchura

Búsqueda en profundidad: Este algoritmo de búsqueda continúa por una rama del árbol hasta encontrar la solución o decidir terminar la búsqueda

por esa dirección. Al fracasar una ruta, se realiza un backtracking o vuelta atrás, continuando la exploración en el paso inmediatamente anterior.

3.1.3 Búsquedas Heurísticas o Guiadas

Definición Heurística: El objetivo es guiar al proceso de búsqueda en la dirección más provechosa siguiendo el camino a seguir cuando hay más de una opción. Las heurísticas representan el conocimiento general y específico del mundo, haciendo posible solucionar problemas complejos.

Búsqueda por primero el mejor: Este algoritmo, combina las ventajas de los algoritmos de búsqueda en profundidad y búsqueda en anchura. Sigue un sendero a la vez, pero puede cambiarse a otro sendero que parece más prometedor que el que está siguiendo. Para su operación, el algoritmo necesita dos listas de nodos y una función heurística que estime los méritos de cada nodo que se genere:

- lista de nodos abiertos: Es una variable que contiene los nodos que han sido generados. La función heurística ha sido aplicada a ellos, pero todavía no han sido examinados, es decir no se han generado sus sucesores.
- lista de nodos cerrados: Es una variable que contiene los nodos que han sido examinados. Es necesario tener esta información, para que la búsqueda sea en un grafo y no en un árbol.
- Función heurística: Permite que el algoritmo busque primero por caminos que son o parecen más prometedores, hallando así la solución más óptima.

Búsqueda óptima: Este método de búsqueda primero analiza los nodos con menor coste, los ordena en la cola de abiertos por el coste, de menor a mayor y selecciona el que menor coste tenga, de esta manera, cuando se llega por primera vez a un estado final, se llega con el menor coste posible.

Búsqueda A*(I) y A*: Es una suma de las búsquedas heurística y óptima, utiliza la siguiente función para calcular el costo total para cada nodo $f(n) = c(n) + h(n)$, donde: $f(n)$ es el costo total de la ruta desde el estado n hacia el estado final, $c(n)$ es el costo estimado de la ruta para ir del estado n al estado final y $h(n)$ es la heurística asignada al estado n .

3.2 Sistemas Expertos

Sistemas Expertos se entiende como un nuevo tipo de software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema. Pueden almacenar conocimientos de expertos para un campo determinado y solucionar un problema mediante deducción lógica de conclusiones.

Los sistemas expertos se aplican por norma general en problemas que implican un procedimiento basado en el conocimiento. Esto comprende las siguientes capacidades:

- Utilización de normas o estructuras que contengan conocimientos y experiencias de expertos especializados.
- Deducción lógica de conclusiones.
- Capaz de interpretar datos ambiguos.
- Manipulación de conocimientos afectados por valores de probabilidad.

Los componentes de un sistema experto son:

- La Base de Conocimientos de un Sistema Experto, esta contiene el conocimiento de los hechos y de las experiencias de los expertos en un dominio determinado.
- El Mecanismo de Inferencia de un Sistema Experto, puede simular la estrategia de solución de un experto.
- El Componente Explicativo, explica al usuario la estrategia de solución encontrada y el porqué de las decisiones tomadas.
- La Interfase de Usuario, sirve para que éste pueda realizar una consulta en un lenguaje lo más natural posible.
- El Componente de Adquisición, ofrece ayuda a la estructuración e implementación del conocimiento en la base de conocimientos.

3.3 Agentes Inteligentes

Los agentes son normalmente definidos como entidades con atributos considerados útiles en un dominio particular. Éste es el caso de los agentes inteligentes, donde los agentes son vistos como entidades que emulan procesos mentales o simulan un comportamiento racional.

Los agentes interactúan de forma recurrente para compartir información y realizar las tareas para conseguir sus objetivos. Hay tres elementos clave para conseguir la interacción multi-agente:

- Un lenguaje y un protocolo de comunicación común.

- Un formato común del contenido de la comunicación.

- Una ontología compartida.

3.4 Redes Neuronales Artificiales

Se define como un modelo matemático inspirado en sistemas biológicos, adaptados y simulados en computadoras convencionales. Como es conocido en el sistema biológico la neurona es la unidad de procesamiento, y aunque las redes neuronales son menos complejas que una red neuronal biológica también realizan cálculos complejos para procesar información.

Existen dos fases en toda aplicación de las redes neuronales: la fase de aprendizaje o entrenamiento y la fase de prueba. En la fase de entrenamiento, se usa un conjunto de datos o patrones de entrenamiento para determinar los pesos (parámetros de diseño) que definen el modelo neuronal. Una vez entrenado este modelo, se usará en la llamada fase de prueba o funcionamiento directo, en la que se procesan los patrones de prueba que constituyen la entrada habitual de la red, analizándose de esta manera las prestaciones definitivas de la red.

4 PLANIFICACIÓN DE RUTAS

La planificación de rutas consiste en obtener rutas óptimas entre dos puntos, dados unos criterios de evaluación que permiten dar características a esas rutas. Generalmente el criterio más usado es el de la ruta más corta, que consiste en encontrar entre varios caminos el más corto para llegar de un punto A a un punto B.

4.1 Problema del Agente Viajero

El problema del agente viajero es la aplicación más conocida en la planificación de rutas, este problema plantea la existencia de un vendedor que debe ir de una ciudad a otra por la ruta más corta visitando todas las que están en la red, la distancia se puede recorrer por varias vías, cada una con distinta distancia, la solución encuentra entre la maraña de vías la mejor ruta, para el caso la más corta, entre las dos ciudades.

5 DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 Método de búsqueda utilizado

En el desarrollo de RUTASIG se analizaron los diferentes sistemas inteligentes y demás métodos de búsqueda no inteligentes que permitían cumplir con el objetivo de la planificación de rutas, luego de analizar los pros y los contras se decidió utilizar un sistema inteligente, el método de búsqueda heurístico, dado el conocimiento

que se tiene de las vías, lo óptimo y lo reconocido del sistema.

El método de búsqueda heurístico permite utilizar el criterio de búsqueda seleccionado por el usuario de una manera directa sobre la búsqueda de la ruta, logrando resultados más rápidos y tan óptimos como los alcanzados por otros métodos de búsqueda.

Por las características de la búsqueda se seleccionó la búsqueda heurística "primero el mejor", descrita anteriormente, se le hicieron modificaciones al concepto original para permitir que la búsqueda continuara luego de encontrar una solución, esta solución se almacena y luego de terminado el proceso de búsqueda se seleccionan las tres mejores rutas del conjunto hallado por el sistema de búsqueda. Estas tres rutas turísticas son las que el sistema muestra.

5.2 Desarrollo de la aplicación

La interfaz de usuario desarrollada en Visual Basic sirve como puente para el buscador en PLT Scheme y el sistema de información geográfica. Geomedia.

Geomedia posee dos métodos para conectarse con Visual Basic, el primero, el más sencillo, permite la visualización de mapas y una limitada manipulación de estos a través de un control puesto directamente sobre un formulario de Visual Basic, este control es el GMMapView. Este fue el método utilizado.

La segunda forma de conectar Geomedia con Visual Basic es a través del Geomedia Command Wizard, que se instala en los complementos de Visual Basic y permite crear una aplicación en este lenguaje que corra íntegramente desde Geomedia.

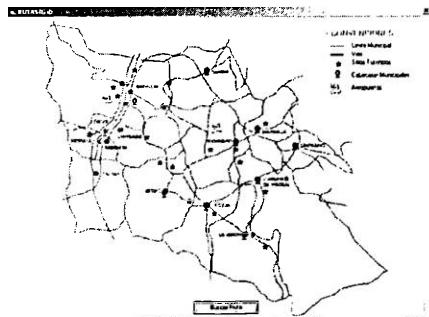


Figura 5: Interfaz gráfica RUTASIG

El trabajo realizado desde Geomedia Professional se concentra en la adecuación de la información; la presentación de la información geográfica y de las rutas seleccionadas, se hace directamente con código en Visual

Basic, manipulando los datos a través de las propiedades y los métodos que incluye el control GMMapView.

La conexión entre Visual Basic y PLT Scheme se realiza a través del componente MzCOM, primero se consulta a la base de datos para traer los datos que organizados en un archivo plano, estos sirven de fuente de datos para realizar las búsquedas de las rutas. Luego de la búsqueda de rutas, Visual Basic recupera los resultados arrojados por PLT Scheme a través de un archivo plano el cual tiene las rutas halladas entre los dos municipios, estos datos son organizados según el método de búsqueda seleccionado y se utilizan los resultados para elaborar las consultas a la base de datos que se convierten en leyendas en la ventana del GMMapView.

6 CONCLUSIONES

El desarrollo de un SIG es altamente susceptible a los datos pues su formato, calidad y precisión pueden afectar rotundamente los resultados arrojados por el proyecto.

Las limitaciones de las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto pueden afectar el alcance y los objetivos establecidos con anterioridad, por ello es necesario hacer un análisis previo de las herramientas para decidirse por la herramienta que más beneficios traiga al proyecto.

El desarrollo de proyectos como RUTASIG, que dan a conocer los municipios y sus principales sitios de interés, ayuda a promover el turismo en las regiones del país e impulsa sus economías, además se convierten en aliados estratégicos de los proyectos turísticos de los municipios y del gobierno en general.

Es necesario que las entidades gubernamentales tengan disponibles datos georeferenciados de las diferentes regiones del país para fines educativos e investigativos, actualizados y asequibles para los estudiantes e instituciones educativas, porque en la actualidad tienen un alto costo en el comercio y son difícil de adquirir.

La planificación de rutas turísticas es influenciada en gran parte por los gustos y personalidades de los viajeros, lo cual hace que la ruta que le gusta a un viajero no sea la mejor para otro, esto limita las posibilidades de RUTASIG para generar rutas conformes a todas las personas, por eso se generan tres rutas, no solo una, para cubrir los gustos y la disponibilidad de una mayor población.

7 RECOMENDACIONES

Desarrollar un módulo administrativo, el cual permita al usuario final crear y modificar las regiones de búsqueda de RUTASIG.

Emigrar el RUTASIG de su actual plataforma de escritorio a una plataforma WEB, para permitir a los

usuarios finales interactuar con RUTASIG de una manera fácil y rápida.

Ampliar la cantidad de criterios de búsqueda. Darle un valor en la heurística de la búsqueda a los criterios no seleccionados.

Conseguir datos actualizados, integros y compati-

bles con el SIG utilizado, para evitar modificaciones, cambios de formato y otras actividades que pueden interferir en el desarrollo del proyecto.

Analizar entre diferentes SIG teniendo en cuenta la compatibilidad con otras aplicaciones, para elegir el que mejor se adecue al objetivo del proyecto.