

Clasificación de imágenes digitales utilizando patrones N-dimensionales

Sanz, Cecilia¹ – De Giusti, Armando²
{csanz, degiusti}@lidi.info.unlp.edu.ar

*LIDI. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática³.
Facultad de Informática. UNLP.
50 y 115. 1er Piso. La Plata*

Palabras Clave: *Procesamiento de Imágenes, Técnicas de Clasificación, Razonamiento Evidencial, Imágenes Hiperespectrales, Sensado Remoto, Algoritmos paralelos*

Resumen

En esta línea de investigación se estudian y analizan diferentes técnicas de clasificación de imágenes digitales, en particular se centra la atención en aquellas que permiten integrar un alto número de variables de entrada, aún cuando las mismas sean de diferente naturaleza. Se analiza el método de Razonamiento Evidencial y se propone una modificación para el mismo (Razonamiento Evidencial Dinámico). También se realiza una comparación con otros métodos tradicionales de clasificación sobre aplicaciones reales. Se presentan aquí algunos resultados obtenidos hasta el momento.

En una segunda etapa se estudia la paralelización de los algoritmos de tratamiento de imágenes, buscando optimizar los tiempos de procesamiento. Como primer paso en esta etapa, se ha desarrollado una versión paralela para el algoritmo de Razonamiento Evidencial Dinámico y se ha comparado la misma con su versión secuencial.

Introducción

En esta línea de investigación se estudian distintas técnicas de clasificación para imágenes digitales, en particular la de Razonamiento Evidencial [1], a la cual se le han introducido modificaciones (Razonamiento Evidencial Dinámico).

Con el avance de la tecnología se obtienen actualmente imágenes con sensores hiperespectrales que se caracterizan por tener de 10 a cientos de bandas continuas de un intervalo ancho del espectro, y proveen mayor información respecto a la provista por los sensores multiespectrales. Muchas de las aplicaciones que involucran el análisis de este tipo de imágenes también utilizan información auxiliar almacenada en base de datos GIS e integran datos espaciales, espectrales y temporales. Es por ello que es necesario explorar nuevos métodos de clasificación que permitan una adecuada utilización de los datos de entrada disponibles para lograr una mejor precisión en los resultados.

Se analizan las ventajas y desventajas de los diferentes métodos cuando se trata de clasificar imágenes hiperespectrales. Se trabaja en una aplicación utilizando dicho tipo de imágenes, en la que se busca el reconocimiento de diferentes tipos de cultivos (maíz, sorgo, soja) y de las rutas que aparecen en las mismas.

¹ Profesor Dedicación exclusiva - Facultad de Informática. UNLP.

² Investigador Principal CONICET. Profesor Titular Ded. Exclusiva.

³ LIDI - Facultad de Informática. UNLP - Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina.
TE/Fax +(54)(221)422-7707. <http://lidi.info.unlp.edu.ar>

Clasificar e identificar posibles problemas que se presentan en alguna área geográfica en particular, es un objetivo no sólo de interés científico sino también gubernamental que puede permitir evitar catástrofes como inundaciones, incendios, plagas, condiciones climatológicas adversas, etc.

Temas de Investigación y desarrollo

Dentro de esta línea, se han investigado y estudiado métodos del reconocimiento de patrones que van desde métodos basados en regionalización a métodos estadísticos como Bayes o el de Máxima Verosimilitud. Se ha realizado un estudio detallado de técnicas de clasificación no supervisada como ISODATA, K-medias, y el algoritmo de Batchelor y Wilkinson [2]. Pero principalmente se ha centrado la atención sobre los métodos de clasificación relacionados con el área de sensado remoto como el de Razonamiento Evidencial, que se ha utilizado para muchas aplicaciones como clasificación de bosques, detección de patrones marinos, control de recursos hídricos, etc. Este método permite integrar datos de diferentes fuentes de información que pueden ser de distinta naturaleza.

Se ha propuesto una modificación del método, al que se lo llama Razonamiento Evidencial Dinámico, de manera tal de mejorar su precisión. Esta modificación consiste en permitir tener una etapa de aprendizaje supervisado, y de este modo incorporar nueva evidencia para el sistema. Además se modifica su regla de decisión, y se la compara con las distintas alternativas propuestas por diversos autores y otras surgidas de la presente investigación [3]. Se evalúa su comportamiento para la clasificación de los cultivos en imágenes hiperespectrales. Esto se realiza sobre una etapa específica de la evolución de los cultivos y para un área geográfica particular (Nebraska –USA). Las imágenes fueron provistas por un grupo de trabajo de USA [4], que las ha utilizado para hacer investigación sobre el estrés de los cultivos.

Para esta aplicación se busca estudiar la integración de información espectral (se toman medidas derivadas de las bandas espectrales de la imagen que para este caso son 10) y cierta información espacial como son los rasgos de textura. Para este caso se utilizaron estadísticas de primer orden como la media, el “skewness”(simetría), la varianza y el rango.

Como extensión de esta línea de investigación se propone la paralelización del algoritmo [5], esto es importante dado la carga computacional que implica el trabajo con las imágenes hiperespectrales las cuales tienen de 10 a cientos de bandas. Además el algoritmo trabaja integrando la evidencia provista por diferentes fuentes de información lo que supone un tiempo de respuesta mayor a medida que se incrementa la cantidad de dichas fuentes. Se desarrollaron ya algunas versiones paralelas obteniéndose los resultados esperados como se detallará en la próxima sección.

Algunos resultados obtenidos. Líneas de Investigación en curso.

Dentro de los resultados obtenidos se pueden mencionar los siguientes:

- Se han estudiado diferentes métodos de clasificación y se los ha analizado, destacando sus puntos fuertes y débiles (algoritmos de clasificación supervisados: Máxima Verosimilitud, Bayes, basados en distancia y en regionalización y no supervisados: ISODATA, k-medias). También se analizó el comportamiento de las redes neuronales y modelos biofísicos para el tipo de problemas planteados en el área de sensado remoto.
- Se ha realizado un análisis comparativo teórico del comportamiento del método de Razonamiento Evidencial Dinámico respecto de otras técnicas de clasificación

En particular de los dos puntos anteriores, se destaca que los métodos de clasificación tradicionales como el de Bayes o Máxima Verosimilitud no fueron diseñados para procesar conjuntos de datos modernos, los cuales suelen tener:

- Alta dimensión (alto número de bandas espectrales)
- Propiedades inapropiadas para el análisis paramétrico
- Información surgida de múltiples fuentes con disparidades inherentes, inconsistencias, y errores.
- Datos con diferentes escalas de medición o con distintos niveles (por ejemplo datos nominales, de radio, direccionales, etc).

Del método de Razonamiento evidencial y el de Razonamiento Evidencial Dinámico, se destacan los siguientes puntos:

- No es necesario presuponer una distribución para los datos.
- La teoría provee una base general y heurística para integrar cuerpos distintos de información a partir de fuentes independientes. De esta forma, pueden incorporarse un alto número de datos y de diferente naturaleza. Incluso es posible incorporar los resultados de una clasificación previa, lo cual puede resultar muy útil para el análisis de la evolución de los cultivos de un área geográfica particular.
- Se permite manejar la evidencia no asignada o incertidumbre.

El método de Razonamiento Evidencial Dinámico (RED) propuesto mantiene las ventajas presentadas en el método de Razonamiento Evidencial, incorporando una serie de variaciones que modifican en forma positiva el comportamiento del clasificador. La etapa de aprendizaje propuesta por el mismo permite la incorporación de nueva evidencia y esto tiende a un notable mejoramiento en los resultados obtenidos. Claro está, que es necesario contar con información confiable sobre la pertenencia de las muestras que se agregan por medio del proceso de aprendizaje a una cierta categoría o clase.

En cuanto a la regla de decisión propuesta por RED, la misma permite establecer un umbral de seguridad para no arriesgar por una clase a menos que se disponga de una cierta evidencia. Además, la regla trabaja analizando cuál es la clase con mayor soporte, pero no sólo utiliza esta información para la decisión, sino que también estudia la medida de plausibilidad y la distancia entre los soportes de la clase de mayor soporte y el resto de las clases con el fin de saber si han recibido una evidencia similar. En tal caso, se considera que la clase a asignar es aquella que posee el mayor valor resultante de la combinación de un índice de cantidad de fuentes (**ICF**), los pesos asignados a cada relación fuente-clase, y el soporte [6].

Se probó el clasificador RED con diferentes conjuntos de tests para cada clase, tomados de diferentes imágenes. Se obtuvieron los siguientes promedios :

Maíz: 13 regiones(500 pixeles) -> 90.07 % precisión

Ruta: 14 regiones (678 pixeles) -> 99.85 % precisión

Soja: 10 regiones (678 pixeles) ->96.4 % precisión

Sorgo: 5 regiones (779 pixeles) -> 92.2 % precisión

También se realizó un análisis comparativo con el Razonamiento Evidencial, utilizando la regla del máximo soporte:

Clase Maíz

RED: 90.07 % RE: 71.76 %

Clase Ruta

RED: 99.85 % RE: 99.57 %

Clase Soja

RED: 96.4 % RE: 92.9 %

Clase Sorgo

RED: 91.8 % RE: 91.8 %

- Se estudiaron y analizaron diferentes fuentes de información para utilizar como entrada al clasificador.
- Se desarrolló e implementó una versión paralela de RED, en donde se dividió la imagen a procesar en diferentes procesadores, cada uno realizando la clasificación de la parte correspondiente. Un proceso maestro es el encargado de reunir los resultados parciales de los procesos clasificadores. Los resultados obtenidos fueron los esperados [7].

Como líneas de investigación futuras se propone:

- Estudiar otras posibilidades de paralelización además de las ya estudiadas
- Aplicar y analizar la técnica de Razonamiento Evidencial Dinámico paralelo para la detección de cultivos específicos en imágenes multiespectrales y/o hiperespectrales para un período específico de su evolución.
- Estudiar las diferentes etapas de evolución de cultivos y las características que los mismos presentan. Luego, extender la aplicación para el estudio de los cultivos en sus diferentes etapas evolución en el tiempo.

Bibliografía Básica**[1]** Peddle

“Mercury[⊕]: An evidential reasoning image classifier”

Computers & Geosciences.

Vol. 21 – Nro. 10- 1995

[2] R. Duda, P. Hart

"Pattern Classification and Scene Analysis"

John Wiley. 1973.

[3] C. Sanz

“Razonamiento Evidencial Dinámico. Un método de clasificación aplicado al análisis de imágenes hiperespectrales”.

Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas. 4/01/2002

[4] <http://www.earthscan.com>

EarthScan. Realizan estudios de áreas cultivadas.

[5] C. Sanz – A. De Giusti

“A distributed solution for dynamic evidential reasoning applied to the classification of hyperspectral images”.

5th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001) y 7th International Conference on Information

Systems Analysis and Synthesis (ISAS 2001), Orlando, USA

Julio de 2001.

[6] C. Sanz

“DER (Dynamic Evidential Reasoning), applied to the classification of hyperspectral images”,

International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2001 – IEEE), Sydney, Australia

Julio, 2001.

ISBN: 0-7803-7033-3

[7] Sanz, De Giusti.

“Paralelización del Algoritmo de Clasificación DER usando imágenes hiperespectrales”.

VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Calafate, Argentina

Octubre, 2001.