

1. INTRODUCCION

Una de las áreas de mayor interés y crecimiento en los últimos años dentro de la informática es la de procesamiento de imágenes. Abarca distintas etapas que van desde la adquisición de los datos de entrada, el mejorado, segmentación, hasta el análisis e interpretación de la imagen.

Las aplicaciones en esta área son diversas, y abarcan temas tales como investigaciones biológicas (análisis de huesos, tejidos y células, análisis y clasificación de DNA), diagnóstico médico por imagen (rayos X, tomografías computadas), procesamiento de documentos (reconocimiento de caracteres impresos, por ejemplo, en cheques bancarios y formularios), procesamiento de imágenes obtenidas por sensado remoto para el estudio de distintos recursos terrestres, etc. [Gon92] [Jai89] [Bax94] [Hus91]

Entre las muchas predicciones realizadas para el próximo milenio se encuentra la de poner en órbita polar un gran número de satélites proveyendo datos de cobertura de suelo de 1 a 30 metros[STO97]. La variedad de datos disponibles a partir de estas fuentes permitirá que se pueda tener un mayor control de los recursos terrestres, y mejorar así el monitoreo del ambiente, búsqueda de recursos, evaluación de la producción agrícola, la detección de condiciones climáticas peligrosas y el conocimiento sobre cómo se están usando nuestros suelos y aguas. Sin embargo, se conseguirá una mejora si somos capaces de manipular e integrar los distintos conjuntos de datos de forma tal de obtener la información deseada.

Muchas disciplinas entre las que se encuentran Remote Sensing, Image Processing, Computer Vision, Scene Analysis, Pattern Recognition, así como aquellas relacionadas propiamente con los recursos a controlar como es el caso de ingeniería forestal, agricultura, se han involucrado en este desafío. El aporte de cada una de las mismas es sumamente importante en el logro de objetivos exitosos al respecto.

¹ Becaria CIC.JTP Dedicación Exclusiva. Dpto. de Informática, Facultad de Cs. Exactas, UNLP.
E-mail: csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

² Calle 50 y 115 Primer Piso, (1900) La Plata, Argentina, Teléfono 54-221-4227707
WEB: *lidi.info.unlp.edu.ar*

2. OBJETIVOS

Esta investigación tiene dos objetivos fundamentales:

Por un lado, estudiar técnicas de clasificación de imágenes obtenidas por sensor remoto. Estas técnicas de clasificación deberán ser capaces de aceptar como entrada múltiples datos provenientes de distintas fuentes y de diferente naturaleza. Se analizarán los métodos tradicionales de clasificación (supervisada o no supervisada) y se introducirán nuevos métodos (enfoque de razonamiento evidencial basado en la teoría de Dempster and Shafer). Para ello, también se estudian técnicas de reconocimiento de patrones espectral, temporal y espacial.

Desde un punto de vista experimental, se está trabajando en aplicaciones relacionadas con el control de recursos terrestres de un área geográfica específica (como zonas cultivadas, o medición de superficies con forestación o zonas inundadas) mediante el análisis y la clasificación de imágenes digitales obtenidas por sensor remoto en el tiempo y utilizando varias bandas del espectro. La introducción de la tecnología de imágenes hiperespectrales es un objetivo, se trata de una tecnología nueva y poco explotada hasta el momento.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto está sustentado por la experiencia y trabajo realizado en una región de los Estados Unidos (Holdrege-Nebraska) por un grupo integrado por PRA (Photon Research Associates, Inc.), Kestrel Corporation, Positive Systems, Inc., NASA – Stennis Space Center, UNL Center for Advanced Land Management Information Technologies (UNL/CALMIT) y AgTracks, Inc. Los cuales realizan un estudio del stress de los cultivos de soja y cereales propios de la región mediante la adquisición de imágenes multiespectrales e hiperespectrales (muestreos continuos de intervalos anchos del espectro) obtenidas realizando vuelos en aviones sobre la zona de interés. Su trabajo demuestra que el uso de imágenes hiperespectrales permiten una interpretación más sencilla que la tradicional. Por otro lado, el método de adquisición permite tener una mayor resolución espacial y temporal y a menor costo, pudiendo de este modo tener un seguimiento más continuo en el tiempo del área en cuestión. [PRA98]

La propuesta aquí planteada es la de realizar un trabajo sobre un área en particular para monitorear regiones cultivadas con cereales y analizando el estado de los mismos así como también la detección de otros problemas que puedan observarse a partir de una clasificación como inundación de los campos a observar, lo cual se considera de fundamental importancia para nuestro país.

4. PLAN DE TRABAJO

Para la realización de este proyecto se tiene una serie de etapas:

- **Definición del área de trabajo específica** que abarcará el proyecto y estudio de la misma, esta etapa se llevará a cabo con la colaboración de especialistas en ingeniería agronómica y forestal, así como también con el apoyo de entidades municipales vinculadas con el tema.
- **Determinación de los días de adquisición de imágenes.** Se establece un calendario con los días de adquisición, también aquí intervendrán los agrónomos expertos para determinar de acuerdo a la evolución de los cultivos cuáles son las mejores fechas para la obtención de las imágenes. Ej.: en el proyecto del grupo PRA se realizaron 6 adquisiciones aéreas en 1998 en las estaciones de crecimiento (mayo a agosto)
- **Adquisición de la imágenes:** se trabajará con imágenes satelitales (Landsat TM) e imágenes obtenidas por sensores multiespectrales e hiperespectrales ubicados en aviones. La decisión de obtener imágenes con sensores ubicados en aviones se corresponde con las mejoras antes dichas en cuanto a resolución espacial, y temporal. Además de poder realizar la adquisición en días con condiciones meteorológicas favorables para evitar el "ruido" introducido por estos fenómenos.
- **Trabajo de campo con el establecimiento de puntos de control.** Generar una base de conocimiento con datos reales de suelo contra los cuales poder correlacionar los resultados obtenidos en la clasificación

Los datos in situ son usados para calibrar los datos sensados remotamente y para realizar una evaluación precisa de los resultados finales. La mayoría de los datos in situ ahora son colectados en conjunción con los datos del sistema de posicionamiento global x, y, z. También se utilizan datos colaterales tales como mapas de suelo, archivos de límites políticos y estadísticas de bloques poblacionales colectadas por otros científicos.

- **Corrección geométrica y radiométrica de las imágenes.** Todavía no ha sido desarrollado el sistema de sensado remoto perfecto. También las superficies terrestres y las de agua son sumamente complejas y los sistemas sensores tienen limitaciones tales como resolución espacial, espectral, temporal y radiométrica. En consecuencia, existen errores en el proceso de adquisición de datos y pueden degradar la calidad de los datos sensados colectados. Esto por lo tanto tendrá impacto en la precisión del análisis de imagen asistido o humano. Entonces, usualmente es necesario preprocesar los datos sensados remotamente antes de analizarlos. La restauración de imágenes involucra la corrección de la distorsión, degradación y ruido introducido durante el proceso de formación de la imagen. La restauración produce una imagen corregida que está lo más cerca posible (tanto geométrica como radiométricamente) de las características de energía radiante de la escena original. Para corregir los datos, se deben determinar los errores internos y externos. Los errores internos son creados por el mismo sensor. Son generalmente sistemáticos (predecibles) y estacionarios (constantes) y pueden ser determinados a partir de las medidas de calibración en el vuelo. Los errores externos se deben a la

perturbaciones y la modulación de las características de la escena y la atmósfera las cuales son de naturaleza variable. Los errores no sistemáticos pueden ser determinados por puntos relativos en el suelo (puntos de control de suelo). [JEN96]

- **Mejorado de las imágenes** (filtrado de ruido, realce de rasgos de interés, etc). Se estudiará la aplicación de índices de vegetación (como NDVI) los cuales permiten resaltar los rasgos de interés (en este caso relacionados con la vegetación) de acuerdo a su reflectancia en las distintas bandas del espectro. También se estudian técnicas de radio de bandas y análisis de componentes principales (PCA). [KIE94] [JEN96]
- **Desarrollo de técnicas de clasificación y evaluación de las mismas. Para esta etapa se introducirá un método de clasificación de razonamiento evidencial basado en la teoría de Dempster-Shafer, de acuerdo a la experiencia presentada por Peddle** [PED&FRA92] [PED&FRA93] [PED95] [DUG&PED96] [PED&DUG98]
- **Obtención de resultados**

Como etapas futuras de trabajo se plantea:

- Estudiar técnicas de detección de cambios
- Desarrollo y evaluación de resultados al aplicar estas técnicas

4. CONCLUSIONES

En el marco de las actividades del grupo de procesamiento de imágenes del LIDI (Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática) [LID98] y contando con la cooperación de las Universidades de la República de Uruguay, de New Mexico (USA), de Surrey, Strachclyde, Politécnica de Madrid, Vigo, Algarves, Granada, Campinas, Javeriana y del grupo de desarrollo PRA (Photon Research Associates, USA), esta investigación aplicada tiene buenas posibilidades de concreción siendo posible la utilización de la tecnología desarrollada en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires.

5. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- [ANG97] Edward Angel
"Interactive Computer Graphic. A top – down approach with OpenGL"
Adisson Wesley Logman. 1997
- [BAX94] Gregory A. Baxes
"Digital Image Processing. Principles and Applications"
John Wiley & Sons Inc. 1994.
- [BIS95] Christopher M Bishop
" Neural Networks for Pattern Recognition"
Clarendon Press Oxford. 1995
- [BRA95] Ronald N Bracewell
"Two – Dimensional Imaging"
Prentice Hall. 1995
- [CAS96] Kenneth R Castleman
" Digital Image Processing"
Prentice Hall. 1996
- [DUD73] R Duda, P Hart
" Pattern Classification and Scene Analysis"
John Wiley. 1973
- [DUG&PED96] Duguay – Peddle
"Comparison of evidential reasoning and neural network approaches in a multi-source classification of alpine tundra vegetation"
Canadian Journal of Remote Sensing
Vol.22 – no.4 - 1996
- [FOL96] Foley, van Dam, Feiner, Hughes
"Computer Graphics Principles and Practice. 2nd Edition in C"
Adisson Wesley. 1996
- [FUK90] Keinosuke Fukunaga
"Statistical Pattern Recognition"
2nd Edition. Academic Press. 1990
- [GON92] Rafael C. González, Richard E. Woods
"Digital Image Processing"
Addison-Wesley Publishing Comp. 1992.
- [HAR92] R. Haralick, Linda Shapiro
"Computer and Robot Vision" Volumen I
Adisson Wesley. 1992
- [HAR93] Robert M. Haralick, Linda Shapiro
"Computer and Robot Vision "
Volumen II
Adisson Wesley. 1993
- [HUS91] Zahid Hussain
"Digital Image Processing"
Ellis Horwood Limited. 1991.
- [JAH95] Bernd Jahne
"Digital Image Processing Concepts, Algorithms, and Scientific Applications"
3rd Edition
Springer – Verlag. 1995

[JAI89] Anil K Jain
" Fundamentals of Digital Image Processing"
Prentice Hall. 1989

[JAI95] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck
"Machine Vision"
McGraw-Hill International Editions. 1995.

[JEN96] Jensen
"Introductory Digital Image Processing. A remote sensing perspective" 2da edición.
Prentice Hall. 1996

[KIE94] Thomas M Lillesand, Ralph W Kiefer
"Remote Sensing and Image Interpretation" 3rd Edition
John Wiley. 1994

[KLAU86] Bertold Klaus Paul Horn
"Robot Vision"
The MIT Press McGraw Hill. 1986

[LEV85] Martin D Levine
"Vision in Man and Machine"
McGraw Hill. 1985

[LID98] Memorias del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática.
1998

[LIM90] Jane S Lim
"Two – Dimensional Signal and Image Processing"
PTR Prentice Hall. 1990

[LOH] Gabriela Lohmann
"Volumetric Image Analysis"
John Wiley. 1998

[LOT95] R. Lotufo, N. Delfino d'Ávila Mascarenhas
SIBGRAPI 95 VIII Simposio Brasileiro de Computación Gráfica y Procesamiento de Imágenes
SBC Universidad Federal de San Carlos, SP _ UFSCar- 1995

[MAR82] David Marr
"Vision"
Freeman and Company. 1982

[PED&FRA91] Peddle and Franklin
"Image Texture Processing and Data Integration for Surface Pattern Discrimination"
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing
Vol.57- Nro 4. 1991

[PED&FRA92] Peddle and Franklin
"Multisource evidential classification of surface cover and frozen ground"
International Journal R. S.
Vol. 13- Nro. 17. 1992

[PED&FRA93] Peddle and Franklin
"Classification of Permafrost Active Layer Depth from Remotely Sensed and Topographic Evidence"
Remote Sensing Environment. 1993

[PED93] Peddle
"An Empirical comparison of evidential reasoning, linear discriminant analysis, and maximum likelihood algorithms for alpine land cover classification"
Canadian Journal of Remote Sensing. Vol.19. Nro.1- 1993

[PED95] Peddle
"Mercury: An evidential reasoning image classifier"
Computers & Geosciences.
Vol. 21 – Nro. 10- 1995

[PED95] Peddle
"Knowledge Formulation for Supervised Evidential Classification"
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing
Vol.61- Nro. 4 - 1995

[PED&DUG98] Peddle and Duguay
"Mountain Terrain Analysis using a knowledge-based interface to a GIS"
Geomatica
Vol.52 – Nro. 3- 1998

[PED&HALL97] Peddle – Hall – LeDrew – Knapp
"Classification of Forest land cover in BOREAS II: comparison of results from sub pixel scale physical modeling approach and a training based method"
Canadian Journal of Remote Sensing. Vol.23- Nro2- 1997

[PRA91] William K Pratt
"Digital Image Processing"
2nd Edition
John Wiley-1991

[PRA98] Documentos internos del grupo de desarrollo PRA

[RUS95] John C Russ
"The Image Processing Handbook" 2nd Edition
CRC Press-1995

[SCH89] Robert J Schalkoff
"Digital Image Processing and Computer Vision An Introduction to Theory and Implementation"
John Wiley and Sons - 1989

[SCH92] Robert Schalkoff
"Pattern Recognition Statistical, Structural and Neural Approaches"
John Wiley and Sons-1992

[STO97] William Stoney
"Outlook for the future. Land Sensing Satellites in the Year 2000"
International Geoscience and Remote Sensing Symposium
IGARSS. Singapore- 1997.

[TOU74] J. T. Tou, R.C. Gonzalez
"Pattern Recognition Principles"
Adisson Wesley-1974

[UMB98] Scott E. Umbaugh
"Computer Vision and Image Processing"
A practical Approach using CVIPtools
Prentice Hall-1998

[WUL98&FRA] Wulder- LeDrew- Franklin- Lavigne
"Aerial Image texture information in the estimation of northern deciduous and mixed wood forest leaf area index (LAI)"
Remote Sensing Environment- 1998