

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2013

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: del Fresno

NOMBRES: Mirta Mariana

Dirección Particular: Calle: Nº:

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"): mdelfres@yahoo.com

2. TEMA DE INVESTIGACION

Segmentación y procesamiento de imágenes digitales tridimensionales

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Investigador Asistente Fecha: 01-07-201

ACTUAL: Categoría: Investigador Asistente desde fecha: 01-07-201

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Univ.Nacional del Centro de la Prov.de Buenos Aires (UNCPBA)

Facultad: Ciencias Exactas

Departamento: Computación y Sistemas

Cátedra:

Otros: Instituto PLADEMA

Dirección: Calle: Paraje Arroyo Seco Nº: S/N

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel: 0249-4385690

Cargo que ocupa: Miembro investigador - Profesor Adjunto Excl.

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: Clausse, Alejandro

Dirección Particular: Calle: Mitre Nº: 716

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel: 0249-4425728

Dirección electrónica: alejandroclausse@yahoo.com

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1º-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

La labor realizada durante el período informado está fuertemente asociada con el desarrollo y evaluación de estrategias de procesamiento y segmentación de imágenes digitales, orientados a aplicaciones en medicina.

En esta área de investigación se enmarcan las distintas líneas de trabajo de los 3 becarios doctorales que dirijo y los 2 que co-dirijo y también se orientan la mayoría de las tesis de grado y beca de inicio a la investigación que superviso. Esta área de investigación, que junto a otro investigador lideramos, se está consolidando dentro del Instituto PLADEMA, habiendo dado origen a una línea de financiamiento PICT que se encuentra en su 3° año de ejecución y a la presentación de proyectos FONARSEC y PICT de la actual convocatoria. Cabe destacar que los métodos que se desarrollan se busca aplicarlos a casos concretos de interés médico y a problemas de aplicación en centros de diagnóstico e instituciones de salud.

Durante el periodo informado se han publicado 4 trabajos en revistas científicas indexadas por los principales buscadores y a 3 presentaciones en congresos nacionales. Además, otros 4 trabajos se encuentran en proceso de revisión.

Entre los aspectos particulares en los que se trabajó, se destacan los siguientes:

- Se avanzó en la adaptación del método de segmentación mediante un enfoque integrado de regiones y superficies deformables, a fin de aplicarlo en detección de estructuras complejas o pobremente contrastadas, como el caso de órganos pélvicos en imágenes de resonancia magnética. El modelo se completó con un módulo de detección y tratamiento de auto-colisiones en las mallas de superficie asociadas. Un trabajo derivado del estudio ya fue publicado al cabo del periodo en la revista indexada *Computerized Medical Imaging and Graphics* y otro trabajo se encuentra en revisión.
- Se estudió acerca de la incorporación de información de textura en los algoritmos de segmentación de objetos de interés dentro de la imagen. En particular, se consideró la detección de las paredes arteriales en imágenes de ultrasonido intravascular mediante modelos deformables, dando origen a una publicación en la revista *Mecánica Computacional*. También se aplicó la investigación a la segmentación de estructuras tumorales en imágenes de MRI y órganos abdominales de CT, utilizando indicadores de textura a fin de guiar la evolución del crecimiento de regiones para inicializar un modelo de superficies activas. Este estudio se presentó en un congreso nacional.
- En relación al procesamiento de imágenes de ultrasonido, se avanzó también en el desarrollo de estrategias de restauración de información faltante o dañada por ruido y otros artefactos durante su captura. Para esto se consideraron adaptaciones de la técnica de inpainting digital, comúnmente empleadas en otras aplicaciones como cine y video, y se propuso otro algoritmo basado en la votación de tensores. La primera permite reconstruir información mediante interpolación y el segundo brinda una alternativa robusta y eficiente para la reducción de ruido en la imagen y la recuperación de saliencias que pueden ayudar en la restauración. Esta línea dio origen a dos publicaciones en la revista *Mecánica Computacional* y a tres publicaciones en revistas internacionales indexadas que se encuentran en revisión.
- Se inició la investigación sobre la integración de métodos de clasificación y segmentación difusa con modelos deformables, evaluando la posibilidad de aplicarlos a

imágenes multiespectrales. Un primer estudio para segmentación automática de tejidos cerebrales se presentó en un congreso nacional.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1-“Automatic Rectum Limit Detection by Anatomical Markers Correlation”, R. Namías, J.P. D’Amato, M. del Fresno, M. Vénere, *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 2014, Volume 38, Issue 4 , p. 245-250, ISSN 0895-6111

Abstract: Several diseases take place at the end of the digestive system. Many of them can be diagnosed by means of different medical imaging modalities together with computer aided detection (CAD) systems. These CAD systems mainly focus on the complete segmentation of the digestive tube. However, the detection of limits between different sections could provide important information to these systems.

In this paper we present an automatic method for detecting the rectum and sigmoid colon limit using a novel global curvature analysis over the centerline of the segmented digestive tube in different imaging modalities. The results are compared with the gold standard rectum upper limit through a validation scheme comprising two different anatomical markers: the third sacral vertebra and the average rectum length. Experimental results in both Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Computed Tomography Colonography (CTC) acquisitions show the efficacy of the proposed strategy in automatic detection of rectum limits. The method is intended for application to the rectum segmentation in MRI for geometrical modeling and as contextual information source in virtual colonoscopies and CAD systems.

Participación: en todo el desarrollo del trabajo, especialmente en la segmentación de las estructuras de interés y generación de mallas de superficie mediante snakes. Aclaración: si bien el trabajo se publica en 2014, el trabajo fue realizado y revisado para su publicación durante 2013.

2-“Segmentación automática de imágenes IVUS basada en indicadores de textura y modelos deformables”, L. Lo Vercio, M. del Fresno, M. Vénere, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXII, 2013, p.3823-3834, ISSN 1666 6070.

Abstract: El presente trabajo constituye un aporte a la segmentación de las paredes arteriales en imágenes de ultrasonido intravascular (IVUS). Esta modalidad consiste en la obtención de imágenes axiales del interior de las arterias de mayor dimensión, mediante un catéter con un dispositivo ultrasónico que va capturando cuadros a medida que avanza sobre un alambre guía. Como todas las técnicas basadas en ultrasonido, las imágenes IVUS son altamente ruidosas y con información faltante, lo que constituye un reto para su segmentación automática y su uso clínico.

Como en imágenes con alto nivel de ruido los métodos basados en intensidades suelen fracasar, se propone un método de segmentación automática del contorno arterial basado en análisis de textura y modelos deformables (también conocidos como snakes).

Inicialmente se define un mapa de textura de la imagen IVUS original que simultáneamente la suaviza y realza el contorno arterial. Sobre esta nueva imagen, se aplica un algoritmo basado en modelos deformables que parte de la circunferencia correspondiente al catéter y obtiene por resultado un contorno aproximado de la pared arterial. Por otro lado, se procesa la imagen original con un filtro anisotrópico diseñado a medida de la imagen de ultrasonido, que reduce su ruido característico preservando bordes, y se procede a detectar las paredes interna y externa de la arteria mediante snakes, utilizando para ambas segmentaciones la aproximación inicial obtenida a partir del mapa de textura.

Participación: en el estudio y desarrollo del algoritmo basado en texturas para la segmentación de los estudios IVUS.

3-“Inpainting digital aplicado a la reconstrucción de imágenes de ultrasonido”, L. Manterola, M. del Fresno, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXII, 2013, p.3835-3848, ISSN 1666 6070.

Resumen: Actualmente existen numerosas técnicas de adquisición y procesamiento de imágenes médicas, las cuales juegan un rol muy importante en la medicina moderna. Dentro de ellas, una de las más populares es el ultrasonido, debido a su naturaleza no invasiva y a que su costo es relativamente bajo. Sin embargo, durante el proceso de captura pueden ocurrir distorsiones en las imágenes, producto de diversos factores, que afectarán negativamente el diagnóstico basado en ellas. Una de las distorsiones más graves es la pérdida de información o la discontinuación de bordes, ya que dificultan en gran medida la aplicación de cualquier algoritmo posterior de procesamiento segmentación.

El inpainting, por otro lado, es una técnica que permite recuperar información en imágenes, ya sea para reemplazar contenido o para restaurar información faltante, mediante la aplicación de alguna técnica de interpolación. A partir de una región demarcada por el usuario, el algoritmo evoluciona iterativamente intentando propagar la información circundante, con el objetivo de completar dicha región. Esta técnica podría ser usada en numerosas áreas de interés, desde la restauración de viejas fotografías antiguas hasta la reconstrucción de imágenes médicas 3D.

El objetivo de este trabajo consiste en la aplicación de técnicas de inpainting a imágenes de ultrasonido con pérdida de información, de modo de recuperar con la mayor fidelidad posible la imagen original y facilitar su posterior procesamiento.

Participación: especialmente en el análisis de características de las imágenes de ultrasonido, la adaptación del algoritmo de inpainting y la evaluación de distintos casos de prueba.

4-“Un enfoque eficiente para la restauración de imágenes mediante votación de tensores”, E. Maggiori, M. del Fresno, H. L. Manterola, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXII, 2013, p.3973, ISSN 1666 6070.

Resumen: Para determinadas aplicaciones es deseable reconstruir información faltante o dañada dentro de una imagen que, sea por problemas de adquisición o por el resultado de otros procesos, pueden contener ruido, bordes desconectados u otros artefactos. Esto es de particular interés en el procesamiento de imágenes médicas.

El sistema visual humano permite la inferencia robusta de características a partir de datos insuficientes. Las distintas propuestas computacionales buscan completar la zona faltante a partir de la información del entorno, siendo una de las principales

dificultades la continuación coherente de los bordes a través de la región dañada. Alternativamente, la Votación de Tensores (Tensor Voting) consiste en un framework inspirado en principios de la percepción humana para abordar esta problemática. La imagen de entrada se codifica mediante tensores simétricos de segundo orden que representan rectas tangentes o normales a una estructura subyacente. Mediante un proceso de votación los tensores se comunican entre sí emitiendo votos que se recolectan en cada ubicación, diseñándose de tal manera que favorezcan la continuación más suave de la característica que codifican. De esta manera, se revelan las estructuras relevantes de la imagen y se lo hace de manera robusta, ya que el ruido se absorbe y se infieren las características aun donde no había información en la entrada.

Las principales dificultades de la técnica de Votación de Tensores, según su formulación original, se asocian al cálculo discreto de integrales en el proceso y a la presencia de discontinuidades en el campo de tensores resultante. En este trabajo se recurrió a distintas simplificaciones y reformulaciones matemáticas para abordar estos problemas. Adicionalmente, se incorporó una propuesta para obtener semillas y puntos de finalización de manera automática, y así avanzar por el camino de máxima saliencia local computando el campo tensorial únicamente a medida que es requerido. De esta manera se permite reducir los tiempos de cómputo sin perder robustez, con el objetivo de aplicarlo a la inferencia de características en imágenes digitales.

Participación: en el análisis del problema de restauración de información faltante o distorsionada y en la propuesta del algoritmo basado en Tensor Voting.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

5-“Perceptual Grouping by Tensor Voting: A Comparative Survey of Recent Approaches”, E. Maggiori, H. Manterola, M. del Fresno. Enviado a *IET Computer Vision* (en revisión).

Abstract: Tensor Voting is a computational framework that addresses the problem of perceptual organization.

The original formulation featured some concerns that made it difficult or impractical to be applied directly. Therefore, several partial or total theoretical reformulations or argumentations have been proposed. These almost parallel publications were presented in different directions, with different priorities and even in a different

notation. Thus, we observed the need for a coherent description and comparison of the different proposals.

This work, after describing the original approach of Tensor Voting, reviews and explains a number of high impact theoretical modifications in a self-contained manner and including possible future directions of work. We have selected and organized a number of formulations and unified the way the problem is addressed across the different proposals. In addition we provide a theoretical comparison intended to be a reference guide at the time of selecting a formulation to solve a particular problem. The aim of this paper is to contribute with a modern comprehensive source of information on the theoretical aspects of Tensor Voting. We also show different ways in which traditional computer vision problems have been adapted to be solved applying this technique.

6-“Comments on A Closed-Form Solution to Tensor Voting: Theory and Applications”. E. Maggiori, P. Lotito, H. Manterola, M. del Fresno. Enviado a *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* (en revisión).

Abstract: Tensor Voting is a technique to perceptually group clouds of points, usually applied to feature inference in images. One of the main concerns with the method is the need for numerical integration, a time-consuming task.

We comment on a paper that describes a closed-form formulation to the problem, in which the authors proved an analytical solution to the technique. It constitutes the first closed-form expression for the Tensor Voting framework. This is relevant considering that it addresses one of the main drawbacks of the technique. However, we show that their proposal does not in fact provide a solution and we point out flaws in the proof.

7-“An adaptive bilateral filter for image denoising based on Tensor Voting”. E.Maggiori, H.Manterola, M.del Fresno. Enviado a *Signal Processing – Elsevier* (en revisión).

Abstract: Noise reduction algorithms are designed to smooth homogenous regions while preserving details. The bilateral filter is an efficient and simple alternative that seeks to reduce noise by weighting the similarity of points in a non-iterative manner. To further improve its denoising performance an adaptive scheme to the filter is proposed. The method depends on an estimator of perceptual saliency, information that has not been frequently included in the design of denoising methods. Tensor Voting was selected to guide the adaptation of the parameters, a human vision inspired framework which can be adapted to our goal. It can be efficiently implemented in the frequency domain by means of steerable filters. Both numerical and qualitative evaluations have been done to assess our method showing that it provides a competitive denoising algorithm.

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.
Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

- Apuntes de cátedra sobre "Algoritmos de Compresión con Pérdida" y actualización del material didáctico para el dictado de la asignatura Teoría de la Información, Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA.
- Material didáctico para la asignatura "Informática Médica" y "Taller de Imágenes Médicas", ciclo de especialización de Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA.

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

- Dirección de Beca de posgrado Tipo II CONICET del Ing. Emanuel Arguiñarena. Tema: "Visualización remota de Imágenes Médicas de alta resolución para Teleradiología". Período: 01/04/2014 a 31/03/2016.
- Dirección de la Beca Inicial de posgrado del Ing. Emanuel Arguiñarena. Tema: "Desarrollo de herramientas interactivas para la segmentación y visualización de imágenes médicas tridimensionales". Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). Período: 01/01/2012 - 31/03/2014.
- Co-dirección de Beca de postgrado Tipo I CONICET del Ing. Lucas Lo Vercio. Tema: "Reconstrucción de mallas a partir de la segmentación de arterias coronarias en imágenes de ultrasonido sincronizadas con EC". Período: 01/04/2012 al 31/03/2015.

- Dirección de Beca de postgrado Tipo I CONICET del Ing. José I. Orlando. Tema_ "Segmentación semiautomática de tumores en imágenes médicas para asistencia de tratamientos oncológicos". Periodo: 01/04/2013 a 31/03/2016.
- Dirección de Beca de postgrado Tipo I CONICET del Ing. Hugo L. Manterola. Tema: "Desarrollo de estrategias integradas de segmentación para detección de estructuras de interés en imágenes de ultrasonido". Periodo: 01/04/2013 a 31/03/2016.
- Co-dirección de Beca de postgrado Tipo II CONICET del Lic. Rafael Namías. Tema: "Segmentación Volumétrica en Imágenes Médicas". Periodo: 01/04/2013 a 31/03/2015.
- Dirección de Beca Estímulo a las vocaciones científicas, Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) del alumno Emmanuel Maggiori. Tema: "Recuperación de información faltante en imágenes médicas mediante inpainting digital". 01/09/2013 a 31/08/2014.

12. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

Tesis de Doctorado:

- Dirección del Lic. Rafael Namías, Tema: "Segmentación de órganos pélvicos en imágenes de resonancia magnética", Doctorado en Informática, Universidad Nacional de Rosario, en etapa final de redacción.
- Dirección del Ing. Lucas Lo Vercio, Tema: "Segmentación de arterias coronarias en imágenes de ultrasonido", Doctorado en Matemática Computacional e Industrial, UNCPBA. Inicio 2012, en desarrollo.
- Dirección del Ing. Emanuel Arguiñarena, Tema: "Desarrollo de herramientas interactivas para la visualización de imágenes DICOM". Doctorado en Matemática Computacional e Industrial, UNCPBA. Inicio 2012, en desarrollo.
- Dirección del Ing. José I. Orlando, Tema: "Análisis de retinografías para la asistencia al diagnóstico de enfermedades visuales", Doctorado en Matemática Computacional e Industrial, UNCPBA. Inicio 2013, en desarrollo.
- Dirección del Ing. Hugo L. Manterola, Tema: "Análisis de imágenes de ultrasonido para estudio de afecciones cardiovasculares", Doctorado en Matemática Computacional e Industrial, UNCPBA. Inicio 2013, en desarrollo.
- Miembro de la Comisión de Seguimiento del Doctorado del Ing. Diego Comas. Tema: "Análisis e implementación de modelos de lógica difusa tipo 2 para la segmentación de imágenes médicas", Doctorado en Ingeniería con orientación Electrónica de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tesis de grado:

- Dirección de los alumnos Leandro Gonzalez y Julián Muro, Tema: "Compresión de imágenes 3D con regiones de interés", Ingeniería de Sistemas, UNCPBA. Finalizada y defendida: 27/12/2013.
- Co-dirección del alumno Ariel Cattáneo, Tema: "Reconocimiento de patrones de círculos en imágenes digitales de baja calidad", Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional del Centro. Finalizada en 2013, defendida: 13/02/2014.
- Dirección del alumno Luciano de Bercibar, Tema: "Detección de regiones por aplicación de indicadores texturales", Ingeniería de Sistemas, UNCPBA. En desarrollo.

- Dirección de la alumna Natalia Mansilla, Tema: "Procesamiento y clasificación de imágenes para tipificación vacuna", Ingeniería de Sistemas, UNCPBA. En desarrollo.
- Dirección del alumno Guillermo Pereyra, Tema: "Plataforma de A/B Testing en Redes de Entrega de Contenidos", Co-director: Ing. Pablo Daniel Del Grosso. En desarrollo.
- Dirección de los alumnos Carmen Escudero Leoz y Manuel Corrales, Tema: "Integración de clustering difuso y modelos deformables para la segmentación de imágenes médicas". En desarrollo.

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

8-"Extracción de objetos en imágenes médicas tridimensionales basada en características texturales", H. Manterola, J. Orlando, E. Ferrante, M. del Fresno, Proceedings 4° Congreso Argentino de Informática y Salud, 42° Jornadas Argentinas de Informática JAIIO 2013, 16 al 20 de setiembre de 2013, Córdoba, Argentina. p. 162-178, ISSN: 1853-1881

Resumen: En este trabajo se propone un algoritmo basado en texturas para la segmentación de imágenes médicas tridimensionales. En particular, se utilizan indicadores de textura calculados a partir de estadísticas de segundo orden, recabadas éstas mediante matrices de coocurrencia de niveles de gris. Esta información es utilizada para guiar la evolución de un algoritmo de crecimiento de regiones, que realiza una segmentación inicial restrictiva con la cual es inicializado un esquema de Superficies Activas. El resultado obtenido consiste en una malla tridimensional que se asemeja en gran medida al objeto buscado.

Para estudiar la robustez del método propuesto se realizó un análisis experimental de la capacidad del mismo para la segmentación de tumores cerebrales en MRI artificiales y órganos abdominales de CT, obteniendo resultados más que satisfactorios en ambos casos.

9-"Segmentación automática de tejidos cerebrales en MRI multiespectrales mediante clasificación por mínima distancia euclídea", J. Orlando, M. del Fresno, Proceedings 4° Congreso Argentino de Informática y Salud, 42° Jornadas Argentinas de Informática JAIIO 2013, 16 al 20 de setiembre de 2013, Córdoba, Argentina. p. 197-215, ISSN: 1853-1881.

Resumen: En este trabajo se presenta una estrategia simple para la segmentación automática de tejidos en imágenes de resonancia magnética multiespectrales basada en clasificación por mínima distancia euclídea. A partir de un conjunto de imágenes 3D en las modalidades T1, T1 con contraste de gadolinio, T2 y FLAIR y de sus segmentaciones de referencia se obtienen descriptores para cada tipo de tejido a través del centroide de cada clase, que son utilizados para clasificar nuevas imágenes de entrada. La clasificación resultante es sometida a un postprocesamiento que permite eliminar puntos espurios y aislados de modo de obtener mallas de superficie cerradas y compactas. El algoritmo fue evaluado sobre una base de datos de imágenes de resonancia sintéticas de cerebros con tumores de alto y bajo grado, obteniendo segmentaciones de alta calidad para los principales tejidos cerebrales y resultados comparables con los de otras propuestas para la segmentación de tumor y edema.

10-"Un enfoque para la compresión de imágenes médicas basado en regiones de interés y compensación de movimiento", L. González, J. Muro, M. del Fresno, R.

Barbuzza, Proceedings 4° Congreso Argentino de Informática y Salud, 42° Jornadas Argentinas de Informática JAIIO 2013, 16 al 20 de setiembre de 2013, Córdoba, Argentina. p. 115-129, ISSN: 1853-1881.

Resumen: Con el incremento del uso de imágenes digitales en los ambientes clínicos, se ha vuelto necesaria la utilización de métodos de compresión a fin de reducir su costo de almacenamiento o transmisión. Si bien las alternativas de compresión con pérdida permiten obtener altas tasas de compresión, existen limitaciones legales en cuanto a que los estudios deben almacenarse en un formato sin pérdida de información.

En este trabajo se propone un mecanismo de compresión de imágenes digitales compatible con el estándar DICOM que aprovecha las capacidades de JPEG2000 para preservar la calidad diagnóstica de las regiones de interés, mediante codificación sin pérdida, mientras que el resto de la imagen, compuesta por zonas menos relevantes, se comprime con pérdida. Además, se presenta una técnica que permite almacenar las secciones transversales pertenecientes a un estudio 3D en un único archivo, aprovechando las características de compensación de movimiento provistas por el estándar MPEG-4 y se comparan los resultados con la técnica de empaquetado intraframe Motion JPEG-2000.

-Miembro del Comité Científico del 2° Simposio Argentino de Informática Industrial y 4° Congreso Argentino de Informática y Salud, 42° Jornadas Argentinas de Informática JAIIO 2013, Córdoba, Argentina.

-Miembro del Comité Académico del 1° Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información CoNallSI 2013, Córdoba, Argentina.

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

-Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica PICT-2010-1287, "Procesamiento y segmentación de imágenes digitales tridimensionales para el desarrollo de aplicaciones médicas e industriales". Desarrollo de métodos eficientes de reconstrucción, segmentación y visualización de imágenes tridimensionales, con el fin de contribuir a la construcción de herramientas avanzadas de asistencia tanto en el diagnóstico como en diferentes prácticas y controles, especialmente en el ámbito de la medicina e industria. Investigador Responsable: Dr. Marcelo Vénere. Rol: Integrante del Grupo Responsable. Adjudicado: 2011. Duración: 3 años. Monto subsidio: \$280.000

-Subsidio Institucional para Investigadores, Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, Monto subsidio: \$6.000

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Profesora Adjunta, responsable de las cátedras "Teoría de la Información", "Bases de Datos I" del Núcleo de Formación e "Informática Médica" y "Tecnologías de la Información en Salud" del Ciclo de Especialización, Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA. Las tareas han demandado un 30% del tiempo aproximadamente.

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

-Integrante del Proyecto "Desarrollo de modelos de simulación, optimización y computación gráfica" (03/C225). Director: Dr. Marcelo Vénere. Programa de Incentivos a Docentes-Investigadores, SPU, M. C. y E.

-Directora del Departamento de Computación y Sistemas, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA, desde junio 2010 a la fecha (RCA 118/10, RCA 281/10, 069/13).

-Miembro profesor titular de la Comisión de Seguimiento de Carrera Académica, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA, 2013 a 2015 (RCA 336/13).

-Miembro de la Comisión de Tutorías de fin de carrera, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA, 2012 a la fecha.

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicité la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Título: Procesamiento y segmentación de imágenes digitales para aplicaciones médicas

El tratamiento de imágenes digitales desempeña un rol esencial en diversas aplicaciones. En particular, áreas como la medicina se han visto profundamente transformadas y beneficiadas por los recientes avances científicos en materia de captura, procesamiento, segmentación y análisis de las imágenes, así como en cuestiones específicas tales como el diagnóstico asistido por computadoras, el planeamiento de intervenciones o tratamientos y el monitoreo de la evolución de pacientes.

OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es el estudio, desarrollo y evaluación de estrategias de procesamiento y segmentación de imágenes aplicables a modalidades médicas, para la detección de estructuras anatómicas y el análisis de información de interés, especialmente orientados a la asistencia al diagnóstico médico.

Para contribuir a los objetivos generales propuestos en este plan de trabajo, se propone abordar los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollo de algoritmos de segmentación para la extracción de estructuras anatómicas, con especial tratamiento de objetos de formas complejas, texturados, con bajo contraste. Se trabajará con diferentes modalidades de imagen, en particular con aquellas que permiten identificar vasos sanguíneos y sus patologías.
- Estudio y desarrollo de técnicas que permitan disminuir o eliminar el ruido en distintas modalidades (MRI, Ultrasonido, Retinografías, etc.), el cual puede perjudicar la clara identificación de diferentes objetos y regiones presentes en la imagen.
- Desarrollo de métodos para extraer datos cuantitativos a partir de las estructuras detectadas en imágenes médicas, a fin de generar medidas que permiten caracterizar la extensión de una patología, el tamaño de un órgano, la distensibilidad de un tejido o el campo de deformaciones del mismo, etc.
- Evaluación de los métodos desarrollados en imágenes de referencia en la literatura especializada y sobre casos reales.

En todos los casos se buscará aplicar los métodos desarrollados a problemas concretos de aplicación médica.

DESCRIPCION Y METODOLOGÍA

Entre los numerosos aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de aplicaciones de asistencia al diagnóstico o seguimiento de tratamientos médicos, uno de los más importantes tiene que ver con disponer de algoritmos de procesamiento y segmentación de imágenes que permitan la detección y caracterización de regiones de interés.

El análisis de imágenes médicas requiere del desarrollo de algoritmos, en muchos casos adaptados al procesamiento y la visualización tridimensional debido a que, por su naturaleza, suelen ser volumétricas (ej. CT, MRI, etc.). Por lo general, las aplicaciones comerciales provistas por los fabricantes de dispositivos de adquisición ofrecen una limitada capacidad para ser adaptadas a problemas específicos y suelen requerir el pago de costosas licencias de software el extender o adaptar sus capacidades a problemas para los que no han sido originalmente diseñados. El desarrollo de algoritmos específicos, capaces de adaptar a soluciones de software de código abierto puede plantear una interesante alternativa para su aplicación al ámbito médico regional o nacional.

Uno de los mayores desafíos que presenta la extracción de estructuras e información de interés en imágenes correspondientes a modalidades médicas es el tratamiento de distorsiones sufridas durante el proceso de captura, como ruido, discontinuación de bordes, etc., que pueden dificultar la aplicación de procesos posteriores de segmentación o análisis.

Esto trae la necesidad de contemplar estrategias de reducción de ruido y artefactos para posibilitar la aplicación de otros algoritmos.

A fin de abordar el problema de la detección de estructuras de interés, se ha estudiado previamente la combinación de algoritmos de crecimiento de regiones y modelos deformables, la cual representa una alternativa robusta y eficiente. Por otra parte, este enfoque resulta extensible en diferentes aspectos, los cuales se abordarán desde la perspectiva de su aplicación a casos concretos de segmentación y teniendo en cuenta los numerosos desafíos que este los diferentes tipos de imágenes presentan (tales como presencia de ruido, bajo contraste o bordes difusos entre estructuras). Una alternativa es continuar con el estudio sobre la incorporación de información textural en el proceso de segmentación, teniendo en cuenta los estadísticos de segundo orden u otro tipo de caracterizadores de textura. Otra opción es considerar técnicas de clustering difuso para generación de segmentaciones previas que puedan complementarse con los métodos basados en modelos deformables. Algunos avances previos en estas

líneas han brindado resultados prometedores, evidenciándose una mejora en los índices de calidad con respecto al enfoque tradicional de discriminación basado en intensidades.

Por otra parte, el cálculo de los indicadores de textura considerados de momento contribuye, en general, a mejorar la extracción de objetos resulta altamente costoso por lo que una opción valiosa en este aspecto es el estudio de otras alternativas de caracterización de texturas o el planteo de esquemas de paralelización de las implementaciones para reducción de costos.

En el caso de requerir la segmentación de diferentes objetos dentro de la imagen, en el desarrollo de métodos de segmentación mediante modelos deformables es importante contar con estrategias de detección de múltiples objetos, a fin de poder guiar el proceso aprovechando la interacción entre los modelos. En ese caso, debe contemplarse la detección y tratamiento de conflictos en la evolución de los modelos geométricos. Para esto se prevé la continuación del estudio realizado, para el tratamiento de colisiones y auto-intersecciones entre las mallas de superficie asociadas a objetos de interés en una imagen 3D.

Teniendo en cuenta el objetivo final del trabajo, se buscará trabajar conjuntamente con grupos colaboradores, especialistas en medicina diagnóstica, para mostrar la aplicación de las técnicas desarrolladas en diferentes afecciones así como su potencial uso para la caracterización de poblaciones.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
 - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período".
 - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
 - B. Envío por correo electrónico:
 - a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.
 - C. Sistema SIBIPA:
 - a. Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).
-

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.