

# CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

## Informe Científico<sup>1</sup>

PERIODO <sup>2</sup>: 2014

### 1. DATOS PERSONALES

*APELLIDO: del Fresno*

*NOMBRES: Mirta Mariana*

*Dirección Particular:*

*Localidad: Tandil CP: 7000*

*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: 01-07-2010*

*ACTUAL: Categoría: Investigador Adjunto con director desde fecha: 25-03-2015*

### 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:*

*Localidad: Tandil CP: 7000*

*Dirección electrónica: alejandroclausse@yahoo.com*

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

.....  
Firma del Investigador

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

<sup>2</sup> 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.*

Durante el período informado se continuó con el estudio y desarrollo de métodos para el procesamiento, segmentación y visualización de imágenes digitales, especialmente orientados a aplicaciones en el área de la medicina.

Se han realizado diferentes avances dentro del área de investigación, en especial relacionados a líneas de trabajo de los becarios doctorales y tesis de grado de Ingeniería de Sistemas que superviso. Cabe destacar que en este periodo uno de los becarios CONICET completó su tesis doctoral sobre *Segmentación de órganos pélvicos en imágenes de resonancia magnética*, bajo mi dirección, la que fue entregada en la UNR en noviembre de 2014 (siendo defendida satisfactoriamente en febrero de 2015). También bajo mi dirección, el alumno Emmanuel Maggiori completó la beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas otorgada por el CIN, con evaluación satisfactoria de su informe final.

Se publicaron 6 trabajos en revistas científicas reconocidas de carácter internacional y nacional, y se presentaron otros 2 en congresos nacionales. Además, otro trabajo se encuentra en proceso de revisión.

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

- Extensión del método desarrollado para segmentación de imágenes mediante la integración de crecimiento de regiones y modelos deformables. La estrategia propuesta permite combinar distintas formulaciones de contornos activos para la detección de estructuras múltiples y/o complejas, de manera simultánea, aprovechando la información provista por la interacción de los modelos, la cual se completa con un módulo de detección y tratamiento de auto-colisiones en las mallas de superficie asociadas. El método se aplicó a problemas de detección de objetos complejos o pobremente contrastados, como el caso de órganos pélvicos en imágenes de resonancia magnética 3D y funcionales. En relación a este trabajo se ha enviado en este periodo un artículo a un journal internacional, que continúa en proceso de revisión, y se comenzó con la preparación de otros trabajos para congresos nacionales.

- Estudio sobre técnicas de pre-procesamiento y extracción de características en imágenes médicas; el que se aplicó en este caso a estudios de fondo de ojo, para el estudio de afecciones visuales como glaucoma, retinopatía diabética y otras. Se analizaron diferentes alternativas de filtrado, utilizadas en el estado del arte y, mediante la aplicación de métodos basados en *Support Vector Machines* lineales, se evaluó su comportamiento en la detección de la vasculatura retinal. Se incluye en este estudio una metodología para la comparación apropiada de los resultados obtenidos contra las segmentaciones de referencia generadas por expertos. Derivado de este trabajo se generó una publicación en una revista de gran relevancia nacional y se continúa trabajando en el tema con el propósito de difundir los siguientes resultados.

- Investigación sobre métodos basados en *Tensor Voting* (TV) y técnicas de *Inpainting* para la restauración de información faltante o deteriorada en imágenes digitales. Los algoritmos de TV buscan capturar principios de la percepción humana para revelar información sobre estructuras perceptivamente coherentes de manera robusta, aún en contextos altamente dañados o ruidosos. Esta situación es de especial interés para el contexto del procesamiento de imágenes médicas, en particular de aquellas

modalidades más afectadas por la influencia del ruido, como son las imágenes de ultrasonido. La formulación original de TV tiene varias dificultades que han sido reportadas en la bibliografía y que además se corroboraron experimentalmente a lo largo de la investigación. Se publicaron dos trabajos en revistas indexadas como producto de este relevamiento. El primero es un review sobre diferentes reformulaciones del enfoque original que cuenta con una descripción unificada de las distintas propuestas y una comparación teórica de las mismas. El segundo trabajo es un comentario a una publicación donde se presentó una reformulación sesgada, y se plantea el impacto de las inconsistencias de la demostración. La investigación dio origen además a un artículo en revista nacional reconocida en el área y actualmente se continúa con la preparación de otro trabajo a enviar próximamente.

- Desarrollo de estrategias para la visualización de imágenes médicas de gran tamaño o alta resolución. Debido al creciente interés en la adquisición de imágenes médicas digitales, las cuales se almacenan y distribuyen mediante PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*), han surgido numerosas herramientas para diagnóstico remoto, para lo cual se han propuesto Web-PACS para el manejo de las imágenes. Sin embargo, la mayoría de los navegadores no permiten visualizar imágenes en formato standard DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) de forma nativa, requiriendo la instalación de alguna aplicación en el cliente web. En esta línea de trabajo se presenta el desarrollo de un visor web de imágenes DICOM capaz de ejecutarse en cualquier navegador sin requerir instalación previa (visor *zerofootprint*). Para ello se considera un esquema de transmisión de imágenes progresivo a fin de reducir los tiempos de visualización, el cual garantiza además su calidad diagnóstica. Como resultado preliminar de esta investigación se presentó un trabajo en un congreso nacional, y se continúa avanzando en desarrollos derivados del mismo.

- Integración del esquema de segmentación basado en modelos deformables o *snakes* con algoritmos de clasificación difusa (*Fuzzy C-Means*), aplicado a la detección de objetos en imágenes médicas tridimensionales. Se comprobó que la combinación de ambas estrategias permite, por un lado, incorporar información provista por diferentes descriptores de la imagen al modelo de *snakes* (mediante el uso de los mapas de probabilidades obtenidos por *Fuzzy C-Means*); y, por el otro, incorporar información relativa a la distribución de los puntos de la imagen (tomando ventaja de las características de conectividad de las membranas deformables). La integración da lugar a una contribución al área de segmentación no supervisada que complementa ambas estrategias y realiza un aprovechamiento mayor de las características de la imagen. La propuesta se evaluó en diferentes condiciones de ruido y ante la presencia de artefactos característicos de las imágenes de resonancia magnética, para la detección de los diferentes tejidos cerebrales en imágenes MRI T1-w.

Esta área de investigación sobre análisis de imágenes e informática médica continúa consolidándose dentro del Instituto PLADEMA, fortalecida especialmente en los últimos años gracias a líneas de financiamiento provenientes de la ANPCyT y recientemente por parte de la Secretaría de Políticas Universitarias, para el desarrollo de proyectos en el área. Cabe destacar que los métodos desarrollados se busca orientarlos a casos concretos de interés médico y a problemas de aplicación en centros de diagnóstico e instituciones de salud, contando actualmente con algunos requerimientos desde el ámbito de instituciones de salud que se espera próximamente concretar en proyectos de desarrollo y transferencia.

Además de las temáticas anteriores, durante el periodo se continuó colaborando en temas relacionados a la modelización y desarrollo de aplicaciones basadas en tecnologías de la información geográfica para estudios de expansión urbana. Se desarrolló una aplicación informática que incorpora gran parte de los avances propuestos sobre modelos basados en autómatas celulares. Los distintos usos de suelo

son identificados con los elementos del conjunto de estados del autómatas celular y se definen reglas de evolución de estados a través de una función que relaciona diferentes tipos de factores. El modelo se aplicó sobre la ciudad de Tandil, con evaluaciones sucesivas de la incidencia o sensibilidad que los parámetros incluidos en el mismo para modelizar el crecimiento y expansión de la ciudad. Estos estudios dieron origen a una publicación nacional y a una presentación en congreso internacional.

## 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*, Vol. 38, Issue 4, 2014, p. 245-250, ISSN 0895-6111. DOI: 10.1016/j.compmedimag.2014.01.005.

*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:* La contribución fue significativa en todo el desarrollo del trabajo, especialmente en la definición del esquema de segmentación de las estructuras de interés y generación de mallas de superficie mediante snakes, que luego se considera para la detección de los marcadores anatómicos.

- 2- "Perceptual Grouping by Tensor Voting: A Comparative Survey of Recent Approaches", E. Maggiori, L. Manterola, M. del Fresno, *IET Computer Vision*, Vol. 9, Issue 2, p. 259–277, 2014, ISSN 1751-9632. DOI: 10.1049/iet-cvi.2014.0103.

*Abstract:* Tensor Voting is a computational framework that addresses the problem of perceptual organization. It was designed to convey human perception principles into a unified framework that can be adapted to extract visually salient elements from possibly noisy or corrupted images.

The original formulation featured some concerns that made it difficult or impractical to be applied directly. Therefore, several partial or total theoretical reformulations or augmentations 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.

**Participación:** En el estudio de las distintas propuestas y reformulaciones así como en la tarea de uniformar las notaciones y en el análisis de posibles aplicaciones.

3- "Comments on: A Closed-Form Solution to Tensor Voting: Theory and Applications", E. Maggiori, P. Lotito, H.L. Manterola, M. del Fresno. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 36, No. 12, p. 2567-2568, 2014, ISSN: 0162-8828. DOI: 10.1109/TPAMI.2014.2342233.

**Abstract:** We comment on a paper that describes a closed-form formulation to Tensor Voting, a technique to perceptually group clouds of points, usually applied to infer features in images. The authors proved an analytic solution to the technique, a highly relevant contribution considering that the original formulation required numerical integration, a time-consuming task. Their work constitutes the first closed-form expression for the Tensor Voting framework.

In this work we first observe that the proposed formulation leads to unexpected results which do not satisfy the constraints for a Tensor Voting output, hence they cannot be interpreted. Given that the closed-form expression is said to be an analytic equivalent solution, unexpected outputs should not be encountered unless there are flaws in the proof. We analyzed the underlying math to find which were the causes of these unexpected results were.

In this commentary we show that their proposal does not in fact provide a proper analytic solution to Tensor Voting and we indicate the flaws in the proof.

**Participación:** Durante el análisis de la formulación propuesta en el trabajo original y la elaboración de casos para su contrastación.

4- "Reducing artifacts impact on IVUS automatic segmentation via inpainting", L. Manterola, L. Lo Vercio, M. del Fresno, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXIII, p. 2703-2716, 2014, ISSN 1666 6070.

**Resumen:** In this work we present a novel approach that uses digital inpainting to preprocess intravascular ultrasound (IVUS) images to reduce the impact of undesired features. Then, we automatically segment the arterial wall with active contour models. IVUS is a catheter-based medical imaging technique that produces cross-sectional images of blood vessels. Segmentation of vessel wall is particularly useful to study many coronary artery diseases, such as atherosclerosis. Being IVUS a good technology to analyse the anatomy of the arterial wall, the modality may present several artifacts, such as shadows or catheter ring-down, that may difficult further processing. To deal with these artifacts, in this paper we consider an exemplar-oriented inpainting algorithm that replaces the corrupted information by using the unaltered neighbourhood. To

determine the impact of this preprocessing step, segmentation results over inpainted and non-inpainted IVUS are presented. The images are compared with manually outlined contours, showing that the inpainting method promotes continuity of the arterial wall and improves the segmentation performance.

*Participación:* En el análisis y desarrollo del método de restauración de imágenes y la elaboración de casos de prueba sobre diferentes casos con artefactos de las imágenes de ultrasonido.

- 5- "Reviewing preprocessing and feature extraction techniques for retinal blood vessels segmentation in fundus images", J. Orlando, M. del Fresno, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXIII, p.2729-2743, ISSN 1666 6070, 2014.

*Resumen:* Several ophthalmological and cardiovascular diseases—such as diabetic and hypertensive retinopathies, choroidal neovascularization, arteriosclerosis, among others—can be diagnosed by analyzing the structure of the retinal vasculature. Such analyses require to count with precise segmentation of blood vessels, being manual delineation tedious and time-consuming. Various algorithms for automatic blood vessel segmentation have been proposed in the last years, most based on supervised methods. These approaches deal with the automatic detection of retinal blood vessel features and non-vessel features by learning on the basis of a training set of manually segmented reference images. Performance of such methods is usually determined by the features capability of discriminating vessels from other anatomical or pathological structures. In this work, we present a review of different preprocessing and feature extraction techniques for blood vessel segmentation in retinal images. Using a linear Support Vector Machine as the segmentation approach, we study the behaviour of several state-of-the-art preprocessing and feature extraction techniques in the detection of retinal vasculature, summarizing their computation and results. Finally, we propose a standard methodology to evaluate and compare blood vessel segmentation algorithms. A publicly available data set of fundus images is employed for evaluation, and our results are compared against other state-of-the-art approaches.

*Participación:* En la selección de los distintos filtros de pre-procesamiento utilizados en las imágenes como paso previo a la extracción de características y clasificación. Se analizaron los resultados obtenidos en contrastación con las segmentaciones de referencia mediante métricas apropiadas.

- 6- "Modelización de la expansión urbana mediante la aplicación SACcity", S. Linares, M. del Fresno, M. Meliendrez, S. Milía, en: Geotecnologías del sur argentino. Casos de estudio. Capítulo 22. p. 262-279. ISBN 978-987-1648-38-2. ISSN 2362-5406, 2014.

*Resumen:* El modelado emergente es una metodología en desarrollo apta para simular los procesos complejos que caracterizan a la dinámica socioespacial urbana en la actualidad. La mayoría de los antecedentes desde este enfoque han aplicado satisfactoriamente autómatas celulares basados en reglas para simular procesos tales como cambios en el uso del suelo, expansión urbana y segregación socioespacial.

Sin embargo, existen escasos antecedentes de abordajes basados en esta metodología al espacio urbano latinoamericano y prácticamente inexistentes los desarrollos propios de aplicaciones informáticas que permitan ejecutar estos modelos, es por ello que el objetivo del presente trabajo es presentar y divulgar la aplicación SACcity, como un desarrollo propio compatible con el Sistemas de Información Geográfica ArcGIS, como herramienta para el estudio y comprensión del fenómeno de crecimiento y expansión urbana en ciudades argentinas.

*Participación:* En el diseño y evaluación de la herramienta para la simulación de crecimiento urbano.

**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.*

- 7- "Multi-object segmentation framework using deformable models for medical imaging analysis". R. Namías, J. P. D'Amato, M. del Fresno, M. Vénere, N. Pirró, M-E. Bellemare, Enviado a *Medical & Biological Engineering & Computing, Springer* (en revisión).

*Abstract:* Segmenting structures of interest in medical images is an important step in different tasks such as visualization, quantitative analysis, simulation and image-guided surgery. Numerous segmentation methods have been developed in the past three decades for extraction of organs contours on medical imaging. Deformable models, which include the active contour models or snakes, are among the most popular methods for image segmentation combining several desirable features such as inherent connectivity and smoothness. Even though different approaches have been proposed and significant work has been dedicated to the improvement of such algorithms, there are still challenging research directions as the integration of individual techniques. Consequently, this paper presents a novel framework called Deformable Model Array (DMA) for the segmentation of multiple and complex structures of interest in different imaging modalities. DMA combines classical explicit deformable models formulations allowing to select suitable combinations in different conditions. The snakes evolution is governed by a control module that coordinates the cooperative work of different models and solves interaction issues towards the segmentation goal. DMA implements complex-object and multi-object segmentation in both 2D and 3D using the contextual information derived from the model interaction. Experimental results on both Computed Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) show that the proposed framework has a wide range of applications especially in the presence of adjacent structures of interest or under intra-structure inhomogeneities giving excellent quantitative results.

*Participación:* En el diseño del framework de segmentación, propuesta de casos de prueba y análisis de resultados.

### **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 y actualización del material didáctico para las asignaturas Teoría de la Información y Bases de Datos, Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA.

-Material didáctico para la asignatura "Informática Médica" y "Taller de Imágenes Médicas", materias optativas del ciclo de especialización de Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA.

### 10.2 DIVULGACIÓN

-“Modelos y algoritmos aplicados a la gestión y análisis de imágenes médicas”, M. del Fresno, UNICEN Divulga, Ciencia y Tecnología, Científicos trabajando: el Instituto PLADEMA, 2014, <http://www.unicen.edu.ar/content/cient%C3%ADficos-trabajando-el-instituto-pladema>.

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 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). Periodo: 01/01/2012 - 31/03/2014.

- Co-dirección de Beca de postgrado 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". Periodo: 01/04/2012 al 31/03/2015.

- Dirección de Beca de postgrado CONICET del Ing. José I. Orlando. Tema: "Análisis de retinografías para la asistencia al diagnóstico de enfermedades visuales". Periodo: 01/04/2013 a 31/03/2016.

- Dirección de Beca de postgrado 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 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, presentada para su evaluación en noviembre de 2014 (y defendida satisfactoriamente en febrero de 2015). Calificación: 10 (diez).

-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 del alumno Guillermo Pereyra, Tema: "Plataforma de A/B Testing en Redes de Entrega de Contenidos", Co-director: Ing. Pablo Daniel Del Grosso. Finalizada en diciembre/2014 (defendida satisfactoriamente en marzo/2015). Calificación: 10 (diez).

- Dirección de los alumnos Carmen Escudero Leoz y Manuel Corrales, Tema: "Integración de clustering difuso y modelos deformables para la segmentación de imágenes médicas". Finalizada en diciembre/2014 (defendida satisfactoriamente en marzo/2015). Calificación: 10 (diez).
- Dirección del alumno Emmanuel Maggiori, Tema: "Filtrado adaptativo basado en Tensor Voting para reducción de ruido en imágenes", Finalizada: diciembre/2014. Calificación: 10 (diez).
- 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. Defendida: febrero/2014. Calificación: 10 (diez).
- Dirección del alumno Luciano de Berecibar, 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.

**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- "Visualización de imágenes médicas de alta resolución mediante una aplicación zero footprint", E. Arguiñarena, M. del Fresno, J. Massa, P. Escobar, M. Santiago, 2º Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información CoNAISI, 13 y 14 de noviembre de 2014, San Luis, Argentina, p. 225-260, ISSN: 2346-9927.

*Resumen:* En la actualidad los dispositivos de captura de modalidades médicas llegan a generar imágenes digitales de gran resolución o estudios con múltiples cortes que pueden ocupar algunos gigabytes. Para la gestión y distribución de las imágenes en formato Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM), las instituciones de salud recurren a la utilización del Picture Archiving and Communication Systems (PACS). Existe un número creciente de aplicaciones que requieren la transmisión remota de las imágenes generadas con fines de diagnóstico. Para lo cual, se han desarrollado Web-PACS que posibilitan la visualización de estos estudios mediante el uso de navegadores Web. La mayoría de los navegadores no permiten la visualización de imágenes DICOM, requiriendo la instalación de alguna aplicación en el cliente Web.

Este trabajo presenta el desarrollo de un visor de imágenes DICOM que funciona con un Web-PACS y posee características zero footprint, es decir que se ejecuta en el navegador Web sin requerir ningún tipo de instalación en el cliente. Además se contempla un esquema de transmisión de imágenes progresivo optimizado, a fin de reducir el tiempo requerido para la visualización y que preserva la calidad diagnóstica. El visor implementado es capaz de ejecutarse en cualquier navegador que soporte HTML5. La performance del algoritmo de transmisión de imágenes progresivo ha sido evaluada mediante la comparación del Time To Display (TTD) contra la transmisión de imágenes comprimidas con pérdida e imágenes crudas (RAW).

*Participación:* En el estudio de algoritmos de transmisión y procesamiento de las imágenes para su descarga y visualización en los clientes web.

- 9- "Expansión urbana mediante tecnologías de la información geográfica y modelos emergentes: Aplicación a la ciudad Tandil (Buenos Aires, Argentina)", S. Linares, M. del Fresno, M. Meliendrez, III Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica, Univ. Nac. Gral. Sarmiento y Univ. Nac. de Luján, Bs. As., Argentina, 15-18 Set, 2014.

*Resumen:* Es evidente en los estudios sobre procesos que se desenvuelven en el espacio urbano que el modelado emergente se ha afianzado como una metodología

idónea para abordar procesos complejos que caracterizan a la dinámica socio-espacial. La mayoría de los antecedentes desde este enfoque han aplicado satisfactoriamente autómatas celulares para simular procesos tales como desplazamientos peatonales y automotor, cambios en el uso del suelo, surgimiento de nuevas centralidades, expansión urbana y segregación socioespacial.

Sin embargo, existen escasos antecedentes de abordajes basados en esta metodología al espacio urbano latinoamericano y prácticamente inexistentes los desarrollos propios de aplicaciones informáticas que permitan ejecutar modelos de simulación emergente, es por ello que el objetivo del presente trabajo es presentar una aplicación computacional compatible con Sistemas de Información Geográfica que brinda facilidades para el estudio y comprensión del fenómeno de crecimiento y expansión urbana en ciudades argentinas de tamaño intermedio mediante el uso de autómatas celulares.

*Participación:* En el diseño y desarrollo del modelo de autómatas celulares, planteo de función de transición y análisis de resultados.

- Miembro del Comité Editorial de la Revista International Journal of Radiology, 2014.
- Miembro del Comité Académico, 2° Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información CoNallSI 2014, San Luis, Argentina, 13-14 de noviembre 2014.

**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

- Proyecto de Investigación y Desarrollo: "SIMECO - Desarrollo de un simulador de ecografía para entrenamiento", financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación y en conjunto con la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Arturo Jauretche y el Centro de Simulación del Hospital de Alta Complejidad "El Cruce" Dr. Néstor Kirchner. Desarrollo de un simulador de ecografía para facilitar el entrenamiento de profesionales médicos y personal sanitario, reproduciendo situaciones de diferente grado de complejidad que pueden presentarse en la realidad. Resolución SPU 0049/2014, Expediente 1-51977/2014 (UNCPBA). Responsables: Dr. Ignacio Larrabide, Dr. Juan D'Amato. Rol: Investigador colaborador. 2014 - 2015. Monto: \$790.000

- Subsidio Institucional para Investigadores, Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, Monto subsidio: \$7.000

**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 ordinaria, dedicación exclusiva. Responsable de los cursos:

- "Teoría de la Información", "Bases de Datos I", materias curriculares del Núcleo de Formación, Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA.

- "Informática Médica" y "Taller de imágenes médicas", asignaturas optativas del Ciclo de Especialización, Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA.

- "Fundamentos de Informática Médica", curso de posgrado, Doctorado en Matemática Computacional e Industrial, 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., 2011-2014.

- Directora del Departamento de Computación y Sistemas, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA (RCA 069/13), dic/2012 a dic/2014.

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

- Coordinadora del Programa de Tutorías de Fin de Carrera para la carrera Ingeniería de Sistemas, Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA, 2012 a la fecha.

- Miembro suplente del jurado de la Tesis de Doctorado en Ingeniería con mención en Tecnología Electromecánica de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, realizada por: Sebastián Aldo Villar. Tema: "Detección y reconocimiento de formas en el lecho submarino a partir de datos acústicos". Director: Dr. Gerardo Gabriel Acosta. Defensa: 19/12/2014.

- Miembro de la Comisión para elaboración de orden de méritos y seguimiento, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA para el "Proyecto de Estímulo a la Graduación ΔG", de la Secretaría de Políticas Universitarias, perteneciente al Ministerio de Educación a través del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) 2012-2016.

- Referente de Actividad: Prácticas Profesionalizantes y Prácticas Vocacionales en Computación y Sistemas, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. Proyecto PDTs (Res. MINCyT 101/14) de la UNCPBA (R.R. 1639/14): Estrategia nacional de articulación entre la Universidad y la Escuela Secundaria para la generación de vocaciones y el fortalecimiento de la formación media en Ingeniería y Ciencias Exactas

y Naturales. Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS) Cod. PCTI 121. Monto total: \$600000, 2014 a 2017.

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

## **Procesamiento y segmentación de imágenes digitales para el desarrollo de aplicaciones en el ámbito médico**

La tecnología de imágenes ha avanzado notablemente, tanto en variedad y calidad de las modalidades de captura, como en el desarrollo de métodos para procesamiento y análisis de las mismas. En particular, las imágenes médicas se han vuelto esenciales para el diagnóstico y monitoreo de enfermedades, o la planificación y la simulación de diversos tratamientos e intervenciones. Es por esto que los avances científicos en materia de procesamiento, segmentación y análisis de imágenes de diferentes modalidades y dimensiones se han vuelto de gran importancia. También es de sumo interés el desarrollo de herramientas avanzadas para el almacenamiento, edición y transmisión eficientes de imágenes digitales en instituciones de salud, y sobre plataformas telemédicas, incluyendo clientes web y dispositivos móviles.

### **OBJETIVOS**

El objetivo general es el estudio, desarrollo y evaluación de estrategias de procesamiento, segmentación y análisis de imágenes digitales, aplicables a modalidades médicas, especialmente orientadas a la construcción de herramientas de asistencia al diagnóstico y tratamientos médicos.

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

- Continuar con el desarrollo de algoritmos de segmentación para la extracción de estructuras anatómicas y generación de modelos geométricos personalizados, en especial de objetos complejos, texturados, con bajo contraste, distorsiones o transiciones difusas. Se prevé trabajar con diferentes modalidades de imagen, en particular con resonancias magnéticas y ultrasonido.
- Estudiar y proponer técnicas para el tratamiento de ruido y otros artefactos que permitan mejorar la calidad de las imágenes, abordando especialmente aquellas características más problemáticas en los tipos de imágenes consideradas.
- Desarrollar métodos para extraer características y datos cuantitativos a partir de las estructuras detectadas en imágenes, a fin de generar medidas que permitan asistir al diagnóstico de patologías (en particular, se aplicarán al estudio de afecciones visuales en retinografías o afecciones vasculares en imágenes de ultrasonido).
- Evaluar los métodos desarrollados a partir de imágenes de referencia, o *ground truth*, y sobre casos reales en caso de obtenerlos, mediante métricas adecuadas utilizadas en el estado del arte.
- Estudiar e implementar herramientas para soporte en sistemas de teleradiología. Se prevé continuar con el desarrollo de métodos de transmisión progresiva de imágenes digitales de alta resolución o gran tamaño y su sincronización en tiempo real para visualización compartida y progresiva de imágenes médicas digitales.

En todos los casos se buscará aplicar los métodos desarrollados a problemas concretos de aplicación médica y difundir los resultados de las investigaciones realizadas en publicaciones y congresos de relevancia.

## DESCRIPCIÓN Y METODOLOGÍA

Se explorarán diferentes alternativas para procesamiento, segmentación y análisis de las imágenes, buscando identificar las técnicas apropiadas para las modalidades que se estudien. El desarrollo de algoritmos específicos, capaces de ser adaptados a las problemáticas particulares puede plantear una interesante alternativa para su aplicación al ámbito médico regional o nacional.

Debido a la posible pérdida de información y eventuales discontinuidades en las imágenes durante su captura o la presencia de ruido y artefactos asociados a algunas modalidades y/o problemas en particular, se propone su tratamiento para la reducción de estas perturbaciones, como paso previo a sucesivos procesamientos de las imágenes. En particular, una de las modalidades de imagen en las que continuará trabajando es el ultrasonido y el ultrasonido intravascular (IVUS), para el estudio de afecciones vasculares. Estas imágenes poseen alto nivel de ruido y diferentes artefactos (típicamente sombras, bifurcaciones, placa, side vessels, etc.) y ocasionan importantes desafíos para la aplicación de algoritmos de segmentación y procesamiento, a fin de evitar la detección inapropiada de las paredes arteriales y otros tejidos. También durante la captura de las imágenes de fondo de ojo (retinografías), a menudo se introducen defectos de iluminación que imposibilitan una clara detección de las estructuras de interés de la retina. Se prevé entonces el desarrollo de métodos que permitan reducir la influencia de este tipo de factores en la detección de estructuras anatómicas o patológicas. Para ello se estudiarán y aplicarán técnicas de filtrado y suavizado, y se evaluarán en el caso particular de estas modalidades.

Por otra parte, se continuará trabajando en la adaptación y mejora de técnicas de segmentación como el crecimiento de regiones y basadas en modelos deformables, así como su integración eficiente. Se extenderán los algoritmos previamente desarrollados a fin de constituir una especie de *framework* para problemas de segmentación múltiple y de estructuras complejas, el cual pueda ser adaptado a situaciones concretas. También se estudiará la integración de estrategias de segmentación supervisada (SVMs) con modelos de regularización basados en grafos o snakes. A partir de las segmentaciones se podrán extraer propiedades de interés para la caracterización y análisis de los objetos, según las aplicaciones consideradas. En el caso de imágenes tridimensionales, se contemplará además la reconstrucción de mallas tridimensionales asociadas a las estructuras segmentadas, que podrán ser utilizadas para realizar simulaciones personalizadas, de diferentes tratamientos médicos.

Los métodos implementados serán validados a partir de bancos de imágenes estándar, utilizados comúnmente por la comunidad científica para la evaluación de estrategias contra segmentaciones de referencia por parte de especialistas. Los desarrollos se orientarán al procesamiento de imágenes digitales para el desarrollo de herramientas de asistencia al diagnóstico y tratamientos médicos.

Se prevé la mejora de métodos de visualización de estudios digitales de gran tamaño que agilicen y que simplifiquen la visualización en diferentes dispositivos. Se trabajará para ello en base a un algoritmo de transmisión progresiva de imágenes desarrollado previamente, incorporando técnicas que permitan optimizar los accesos a subimágenes. Se plantea además el estudio y desarrollo de métodos de sincronización en tiempo real para edición interactiva y simultánea de imágenes, integradas a una plataforma de telemedicina.

Teniendo en cuenta el objetivo final del trabajo, se buscará trabajar conjuntamente con grupos colaboradores, especialistas médicos o radiólogos, 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: [infinvest@cic.gba.gob.ar](mailto:infinvest@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.