

Tandil, Agosto de 2013

Sra. Directora del
Dpto. de Computación y Sistemas
Fac. Ciencias Exactas, UNCPBA
Dra. Mariana Del Fresno
S / D

De nuestra consideración:

Nos dirigimos a Ud. con el propósito de solicitar la evaluación del plan de Trabajo Final "**Procesamiento de imágenes dermatológicas para asistencia al diagnóstico médico**", que propone la aplicación de algoritmos de procesamiento de imágenes para ayudar al especialista a identificar diferentes patologías, además de proveer un entorno de interacción propio de un Sistema de Asistencia al Diagnóstico.

El mismo será desarrollado bajo la dirección del Dr. Ing. José M. Massa.

Sin otro particular, la saludamos atentamente.

Hugo Castillo
Legajo 244776

Mariano Diaz
Legajo 245617

Avalan la presente:

Dr. Ing. José M. Massa

**Proyecto de Trabajo Final para optar al Título de Ingeniero de
Sistemas**

***“Procesamiento de imágenes dermatológicas
para asistencia al diagnóstico médico”***

Alumnos:

Castillo, Hugo

Díaz, Mariano

Director:

Dr. Ing. José M. Massa

Co-director:

Objetivos

El objetivo general de esta tesis de grado es la aplicación de un conjunto de métodos, procedimientos y algoritmos de procesamiento digital de imágenes para su utilización en la detección y medición de lesiones dermatológicas. Además se planifica la implementación de estos métodos en una herramienta de forma que puedan estar disponibles para los profesionales del área.

Específicamente, se desea permitir al profesional médico la aplicación de los algoritmos mencionados y así disponer de mayor información para el diagnóstico, brindándole además, un método de seguimiento y localización de lesiones de la piel utilizando modelos en 3D.

Otra finalidad es disponer de una herramienta de Diagnóstico Asistido por Computadora (CAD), con interacción con un Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes Médicas (PACS), que permita almacenar y transferir información médica, proveyendo además, una interfaz de comunicación a un sistema de Registros Electrónicos Médicos (EMR) haciendo uso de estándares actuales de comunicación y almacenamiento en el ámbito de sistemas médicos, como HL7 y DICOM. Se prevee construir la herramienta de forma extensible de modo de seguir desarrollando funcionalidades y algoritmos nuevos, o evolucionando los propuestos en este trabajo.

Motivación

Este trabajo surge ante la posibilidad de contribuir, por medio de la construcción de una herramienta extensible y específica para el problema, a la investigación de la aplicación de procesamiento de imágenes en el área de la dermatología.

Desde el punto de vista del procesamiento de imágenes, el uso de los diferentes algoritmos en imágenes médicas constituye un verdadero desafío, debido a la gran variabilidad de estas y a los factores que obligan a desarrollar nuevos algoritmos o introducir cambios en los ya existentes. En el caso de las imágenes dermatológicas, esto se potencia debido a la gran cantidad de variantes existentes (diferentes tipos de lesiones y estadíos de las mismas, diferentes métodos de captura,

problemas de perspectiva, etc.). En lo que respecta a la informática médica, actualmente es de gran auge la aplicación de estándares en conjunto con sistemas de comunicación y almacenamiento de imágenes y datos médicos.

Por otra parte, la dermatología es a menudo definida como una especialidad donde la mayoría de los diagnósticos pueden ser realizados a partir de la inspección visual de la piel. El diagnóstico de las enfermedades de la piel en dermatología es, en general, no invasivo y se basa en la distribución anatómica, color y cambios visibles de la superficie de la lesión. En algunos casos, una biopsia de la piel puede ser realizada, pero ésta a su vez da nuevamente la oportunidad de una evaluación visual de la lesión en cuestión a través de un microscopio ^[1].

Teniendo en cuenta que, el diagnóstico temprano de las enfermedades de la piel, es un tema crucial en la dermatología, es por esto que surgen desarrollos de esquemas eficientes de diagnóstico clínico y de soporte a través de sistemas de software CAD. El objetivo principal de estos sistemas, es asistir al especialista en diferentes etapas del análisis, como la detección de los límites de la lesión, la cuantificación de las características, la clasificación en diferentes tipos de lesiones, la visualización y el almacenamiento de la información obtenida, entre otras ^[2]. De esta manera, una imagen digital puede ser analizada utilizando métodos de procesamiento que permiten extraer y clasificar las diferentes características asistiendo al especialista en la toma de decisiones.

Marco teórico

La dermatología es la especialidad médica encargada del estudio de la estructura y función de la piel, así como de las enfermedades que le afectan, ofreciendo su prevención, diagnóstico y tratamiento.

La unión de las ciencias biológicas y de la información produjo un cambio de paradigma en el área de la salud ^[23]. Tanto en la práctica clínica diaria como en la investigación, el procesamiento digital de la información médica ha abierto muchas posibilidades de mejorar el diagnóstico y el planeamiento quirúrgico o terapéutico.

La informática médica, (HCI, Health Care Informatics) es una disciplina en la cual se combinan las ciencias de la información y de la salud estableciendo los

dispositivos, recursos y métodos requeridos para optimizar la adquisición, almacenamiento, recuperación y utilización de la información en el área de la salud y la biomedicina. Dentro de las herramientas desarrolladas y cumpliendo un papel muy importante dentro del área se encuentran los sistemas CAD ^[18], los sistemas EMR ^[20] para gestión de historias clínicas y los sistemas PACS ^[19] ampliamente utilizados para administrar, almacenar, recuperar y distribuir información e imágenes médicas de manera digital. El formato universal de archivo utilizado por estos sistemas para almacenar y transmitir datos e imágenes es DICOM ^[21], el cual permite encapsular tanto imágenes obtenidas mediante las diferentes modalidades de captura existentes como también información relativa al paciente, al profesional médico, al estudio y al diagnóstico. DICOM, además de definir un formato de archivo para el almacenamiento y la manipulación de los datos médicos, establece un protocolo de comunicación estandarizado para la transmisión de los mismos. En este sentido, los sistemas PACS dirigen algunos de los desafíos relacionados a la administración de datos médicos, entre ellos la posibilidad de producir grandes atlas digitales y sistemas de software de análisis de imágenes para la asistencia en las actividades de diagnóstico ^[22].

Las imágenes médicas tienen un rol importante en el cuidado de cualquier sistema biológico, y es una de las áreas de más rápido crecimiento dentro de la medicina en el presente tanto en el ámbito clínico como en el de la investigación y desarrollo, permitiendo la detección y localización de las enfermedades.

Para la detección de enfermedades de la piel, se utilizan técnicas de diagnóstico por imágenes como la tomografía computada (CT), resonancia magnética (MRI) y la tomografía de emisión de positrones (PET) para la detección de tumores, y técnicas de visualización de los tejidos de la piel como la fotografía dermatoscópica, por inmersión de aceite, por uso de polarización de luz, escaneo por láser, tomografía de coherencia óptica e imágenes ultrasónicas de alta resolución. Todas las técnicas mencionadas anteriormente se encuentran estrechamente relacionadas con el área de procesamiento de imágenes.

La fotografía dermatoscópica es un método que consiste en tomar una fotografía digital del área de la piel a examinar utilizando dermatoscopia ^[23], la cual es una técnica ampliamente utilizada para diagnosticar enfermedades de la piel. Existen dermoscopios con facilidades de captura de imágenes incluidas o simplemente poseen soportes para adosarles una cámara digital para tomar la fotografía. La resolución de las imágenes obtenidas depende del sistema óptico que se utilice para registrarlas.

Con esta técnica la capa más profunda que puede alcanzarse es la dermis papilar. La principal desventaja de esta técnica es la captación de reflexiones de la luz sobre la superficie de la piel (estrato corneo) que pueden degradar la calidad de detalles que pueden observarse en la imagen en estudio.

Estado del Arte

Los objetivos del procesamiento de imágenes médicas pueden dividirse en 3 grandes grupos: asistencia al diagnóstico; asistencia al tratamiento e investigación de la patofisiología de las enfermedades y desarrollo de biomarcadores ^[27]. La imagenología médica representó un gran avance en la medicina desde las primeras aplicaciones de los rayos X. Hoy en día, la cantidad de modalidades de imágenes se encuentra en constante crecimiento proveyendo una creciente variedad de diferentes tipos de información. La integración de las diferentes modalidades para la extracción, visualización e interpretación automatizada de la información es el motor principal del desarrollo de nuevas tecnologías de procesamiento de imágenes médicas.

En el área de la dermatología, existen diversos dispositivos comerciales de captura y análisis para el diagnóstico de imágenes basados en dermatoscopia (FotoFinder ^[3], DermoGenius ^[4], DBDermo-Mips/DDAX Software ^[5], MoleMax ^[6]), aquellos basados en OCT (Optical Coherence Tomography) (VivoSight ^[7]), otros utilizan ultrasonido (DermaScan – C ^[8], Episcan ^[9], DUB) y también algunos usan imágenes multiespectrales (MelaFind ^[10]) pero todos con un mismo factor común: un alto costo y el hecho de no proveer un sistema integrado para la problemática planteada. La mayoría son sistemas aislados, que utilizan protocolos y métodos no estandarizados o cerrados de comunicación y almacenamiento, sin contar con herramientas de localización de las lesiones.

Por otra parte, existen numerosas propuestas de sistemas de asistencia al diagnóstico para lesiones en la piel basados en diferentes criterios de reconocimiento de patrones y características de la lesión. Se han propuesto soluciones basadas en diferentes modelos de diagnóstico dermatológico ^[11] como el *ELM 7 point checklist* ^[12] ^[13] y ABCD ^[14] ^[25] y aplicando técnicas computacionales como la Inteligencia Artificial ^[15] o Redes Neuronales ^[16] ^[17], pero la mayoría de los sistemas son aplicaciones sin comunicación con otras interfaces.

Una observación de importancia es que los sistemas disponibles relevados no cuentan en su mayoría con una interfaz amigable para la localización en el cuerpo humano, de la región de la piel en estudio.

Solución Propuesta

La solución que se propone se basa en el desarrollo de algoritmos de segmentación para identificar regiones de interés en las imágenes, caracterizar y localizar dichas regiones, analizarlas y compararlas con otras usando la regla ABCD^[25], la cual es utilizada y aceptada en el área de la dermatología como un método confiable de evaluación utilizando imágenes dermatoscópicas. Esto tiene dos objetivos: por un lado la asistencia al diagnóstico y por otro lado la localización y el seguimiento de la evolución de patologías previamente diagnosticadas.

Se planifica implementar el desarrollo de estos algoritmos de análisis de imágenes y métodos de seguimiento y localización de las regiones de interés utilizando una plataforma conocida como MAYAM, la cual consiste en una herramienta de código abierto extensible desarrollada en *JAVA* que provee funcionalidad sumamente útil para el manejo de imágenes médicas, tales como la visualización de imágenes DICOM y la conexión a PACS. Esta herramienta es parte de la colección de herramientas *Open Source* en Informática Médica: DCM4CHE.

Las características a desarrollar contarán con funcionalidad específica para el manejo de imágenes dermatológicas y a su vez, permitirán al especialista la comunicación con un PACS y poder gestionar los registros médicos de los pacientes utilizando un EMR.

Plan de tareas

Tareas ya realizadas:

1. Análisis y relevamiento bibliográfico sobre:
 - Procesamiento de imágenes y modelado 3D.
 - Diagnóstico médico por medio de imágenes.

- PACS (Picture Archiving and Communication System)
 - DICOM
 - EMR
 - Regla ABCD
2. Selección del entorno de desarrollo para utilización de soluciones a problemas comunes en el área de procesamiento de imágenes e integración con ambientes médicos estandarizados.
 3. Implementación de técnicas convencionales de procesamiento de imágenes sobre manchas de la piel humana para PRE procesamiento, detección de objetos de interés y descripción de los mismos.
 4. Comunicación con PACS utilizando la interfase DICOM4CHE, interacción con un sistema EMR utilizando la plataforma Mirth Connect ^[27].

Tareas a realizar:

5. Implementación de nuevos métodos para descripción de objetos de interés.
6. Análisis, diseño e implementación de herramienta para la aplicación e integración de los métodos desarrollados.
7. Testeo y documentación de la herramienta desarrollada.
8. Puesta a disposición de la herramienta a profesionales del ámbito médico para su evaluación.
9. Escritura del documento de tesis y conclusiones.

Bibliografía

- [1] Bushra Jalil, “*Multispectral Image Processing Applied to Dermatology*”, 2008.
- [2] Philippe Schmid-Saugeona, Joel Guillodb, Jean-Philippe Thirana, “*Towards a computer-aided diagnosis system for pigmented skin lesions*”, Computerized Medical Imaging and Graphics, 2003.
- [3] <http://www.fotofinder.de/es/dermatoscopia.html>

- [4] <http://www.dermoscan.de/en/products/dermogenius-ii.html>
- [5] <http://www.ddax3.com/eng/>
- [6] http://www.mecamed.com/MoleMax_II.htm
- [7] <http://www.vivosight.com/products/>
- [8] http://www.cortex.dk/dermascan_c.htm
- [9] <http://a1med.net/episcan.html>
- [10] <http://www.melafind.com/>
- [11] Maciej Ogorzałek, Leszek Nowak, Grzegorz Surówka and Ana Alekseenko “*Modern Techniques for Computer-Aided Melanoma Diagnosis*” - Jagiellonian University Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science - Jagiellonian University Dermatology Clinic, Collegium Medicum, 2011.
- [12] G. Di Leo, A. Paolillo, P. Sommella, G. Fabbrocini, “*Automatic Diagnosis of Melanoma: a Software System based on the 7-Point Check-List*”, 2010.
- [13] Olivier Debeir, Christine Decaestecker, Jean-Lambert Pasteels, Isabelle Salmon, Robert Kiss, Philippe Van Ham “*Computer-Assisted Analysis of Epiluminescence Microscopy Images of Pigmented Skin Lesions*”, 1999.
- [14] Luis Coll, Dante Chinchilla, Constanza Coll, Fernando Stengel, Horacio Cabo, “*Digital image analysis of pigmented skin lesions. Early diagnosis of melanoma*”, 2008.
- [15] E. Maglogiannis, C. Caroni, S. Pavlopoulos, V. Karioti, “*Utilizing Artificial Intelligence for the Characterization of Dermatological Images*”, 4th International Conference “Neural Networks and Expert Systems in Medicine and Healthcare”, 2001.
- [16] Pietro Rubegni, Gabriele Cevenini, Marco Burroni, Roberto Perotti, Giordana Dell’eva, Paolo Sbanò, Clelia Miracco, Pietro Luzi, Piero Tosi, Paolo Barbini, Lucio Andreassi “*Automated diagnosis of Pigmented skin lesions*”, 2002.
- [17] Fikret Ercal, Anurag Chawla, William V. Stoecker, Hsi-Chieh Lee, Randy H. Moss “*Neural Network Diagnosis of Malignant Melanoma From Color Images*”, 1994
- [18] http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_diagnosis
- [19] http://en.wikipedia.org/wiki/Picture_Archiving_and_Communication_System
- [20] http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_medical_record
- [21] <http://en.wikipedia.org/wiki/Dicom> - <http://medical.nema.org/>
- [22] Alfonso Baldi, Marco Quartulli, Raffaele Murace, Emanuele Dragonetti, Mario Manganaro, Oscar Guerra, Stefano Bizzi “*Automated Dermoscopy Image Analysis of Pigmented Skin Lesions*”, 2010.

- [23] Ralph Peter Braun, Harold S. Rabinovitz, Margaret Oliviero, Alfred W. Kopf, Jean-Hilaire Saurat "*Dermoscopy of pigmented skin lesions*", 2005.
- [24] Hitoshi Iyatomi, "*Computer-based diagnosis of pigmented skin lesions*", 2010.
- [25] Franz Nachbar, Wilhelm Stolz, Tanja Merkle, Armand B. Cagnetta, Thomas Vogt, Michael Landthaler, Peter Bilek, Otto Braun-Falco, Gerd Plewig "The ABCD rule of dermatoscopy", 1994
- [26] <http://www.mirthcorp.com/products/mirth-connect>
- [17] <http://www.dc.uba.ar/aca/profvisit/2012/wassermann>

Links de interés:

- <http://en.wikipedia.org/wiki/HL7>
- <http://www.hl7.org/>
- <http://www.open-emr.org/>
- <http://hl7api.sourceforge.net/>
- <http://jmonkeyengine.com/>
- <http://www.dcm4che.org/confluence/display/OV/MAYAM>
- <http://www.dermoscopy.org/>