

Actividades en Procesado de Imagen del Grupo de Procesado de la Senyal

F. Marqués, A. Gasull, L. Torres

El Grupo de Procesado de Señal (GPS) formamos parte del Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones (TSC) de la Universitat Politècnica de Barcelona. Este grupo se subdivide a su vez en tres subgrupos que comparten la misma infraestructura y administración. Estos subgrupos son el de Tratamiento de la Señal de Voz, Procesado Digital de Señal (aplicado a Comunicaciones, Sonar y Radar) y Procesado de Imagen.

Las áreas de investigación del grupo de Procesado de Imagen abarcan muy distintos campos: desde el análisis teórico y desarrollo de nuevos filtros, hasta la realización de aplicaciones tales como un reconocedor automático de caracteres impresos para ayudar a invidentes. Como líneas de investigación, se puede destacar las siguientes:

Procesado Multidimensional de Señal: Este apartado se engloba la mayor parte del desarrollo teórico que lleva a cabo el grupo. Una parte substancial de la actividad en este área está dedicada al estudio de técnicas no lineales de tratamiento de señal. El grupo trabaja en el desarrollo de estructuras de filtrado que permitan solventar los problemas a los que las técnicas de filtrado lineal no aportan soluciones. Damos especial énfasis al problema de la adaptación de filtros no lineales, así como a su utilización en estructuras de multiresolución que permitan simplificar el análisis de las imágenes.

Codificación y Compresión de imágenes fijas y secuencias: Los estudios que se realizan en este área están enfocados a su aplicación tanto al caso de banda estrecha como al de banda ancha (alta y baja compresión, respectivamente). La investigación

que se realiza trata diferentes aspectos del problema de la codificación. Así, en el campo de la Televisión de Alta Definición se ha estudiado el diseño de filtros y técnicas de muestreo adaptativo de la señal. Por otra parte, se está aplicando nuevos enfoques a las técnicas clásicas de codificación a fin de mejorar sus prestaciones. De este modo, estamos desarrollando paralelamente dos técnicas de Cuantificación Vectorial, la primera basada en el modelado estocástico de las imágenes (*Stochastic Vector Quantization*) y la segunda en la teoría de Conjuntos Difusos (*Fuzzy set theory*). Finalmente, estamos estudiando nuevos métodos de codificación basados en una división previa de la imagen en zonas homogéneas (Métodos de Segunda Generación). En este estudio se utiliza tanto técnicas clásicas en este campo (codificación en cadena, aproximación mediante polinomios, descriptores de Fourier, ...) como técnicas que no habían sido anteriormente aplicadas en este ámbito (Morfología Matemática, Cuantificación Vectorial, ...)

Análisis de imagen: En este marco de trabajo, se está llevando a cabo varios trabajos en forma paralela. En el tema de Segmentación de imágenes, estamos desarrollando dos métodos distintos, ambos basados en el análisis en multiresolución de la imagen. El primer método utiliza como herramienta básica la Morfología Matemática, mientras que el segundo hace uso de la modelización de las imágenes mediante Campos Aleatorios Compuestos. En ambos casos, las técnicas de segmentación están siendo extendidas al caso de segmentación de secuencias de imágenes. Como ya se ha comentado anteriormente, otra línea de investigación del grupo es el

Reconocimiento Automático de Caracteres. La finalidad de este estudio es la realización de un sistema que pueda analizar textos impresos en cualquier tipo de fuente y tamaño de manera eficaz y rápida. Para ello, estamos estudiando las prestaciones de los operadores morfológicos así como de reconocimiento estadístico y sintáctico. El texto, una vez analizado y reconocido, debe reproducirse mediante un sintetizador de voz. Finalmente, también se está desarrollando un conjunto de Aplicaciones Biomédicas, las cuales se comentan a continuación con más profundidad (En la página siguiente).

Actualmente, el grupo de Procesado de Imagen lo formamos el siguiente conjunto de personas:

Profesores Titulares:

Dr. Antoni Gasull
Dr. Luis Torres

Profesores Asociados:

Josep Ramon Casas
Dr. Ferran Marqués
Albert Oliveras

Ingeniero de Investigación:

Dr. Philippe Salembier

Estudiantes de Doctorado:

Pedro Montolio (part.)
Montse Pardàs

Estudiantes de Proyecto Fin de Carrera:

Aprox. 20 estudiantes

PROYECTOS BIOMEDICOS DEL GRUPO DE PROCESADO DE IMAGEN

Desde la creación del Grupo de Procesado de Imagen, las aplicaciones biomédicas siempre han sido una línea de investigación activa. El primer estudio que realizamos en este campo se enmarcaba dentro de un proyecto de la Agencia Espacial Europea (ESA) que tenía como finalidad analizar el comportamiento del cuerpo humano en condiciones de microgravedad. Una de las partes de este proyecto consistía en estudiar las alteraciones en el funcionamiento normal del corazón de los tripulantes de las naves. Para ello, se necesitaba instalar un sistema a bordo que, a partir de ecocardiogramas (tanto de imágenes como de señales monodimensionales), obtuviera una serie de parámetros del corazón, tales como perímetro de aurículas y ventrículos, grosor de las paredes ventriculares, capacidad de las cavidades, tiempo de apertura de las válvulas, etc. El cálculo de estos parámetros requería la detección y seguimiento de los contornos de las distintas partes del corazón, a partir de una secuencia de imágenes ecocardiográficas. Debido a la baja calidad de este tipo de imágenes, los operadores clásicos de búsqueda de contornos no aportaban ninguna solución, por lo que fue necesario desarrollar todo un nuevo esquema basado en el análisis y reconstrucción de la firma (*signature*) de los contornos a partir de segmentos de ellos.

Paralelamente a este proyecto, llevamos a cabo un estudio en el área de citología. En este proyecto, se abordó el problema de la cuantificación automática de la densidad y movilidad de los espermatozoides presentes en una muestra de semen para, de esta manera, determinar la posible esterilidad del donante. Para detectar los espermatozoides en este tipo de imágenes se debe discernir entre los distintos tipos de elementos que se encuentran en la muestra. Esta decisión no es sencilla ya que las imágenes presentan gran cantidad de artefactos que pueden ser fácilmente confundidos con las células a detectar. Se desarrollaron dos técnicas distintas

para solventar este problema: la primera utiliza umbrales locales, mientras que la segunda se basa en operadores morfológicos.

Otro problema que hemos estudiado es el cálculo automático del tiempo de coagulación de muestras de plasma. La finalidad de este trabajo era la realización de un sistema capaz de detectar paralelamente el tiempo de respuesta de un conjunto de muestras de plasma al ser coaguladas artificialmente mediante un centrifugador. Para ello, se ubicó, en cada tubo de ensayo conteniendo la muestra de plasma, una bola que se utilizó como referencia. El comportamiento de la muestra quedaba reflejado en el movimiento de la bola, que pasaba a ser errático con la coagulación. Para efectuar el seguimiento simultáneo de diversas muestras, las imágenes se procesan mediante una estructura de *transputers*.

Actualmente, en este área, tenemos varios proyectos en desarrollo, relacionados con distintas ramas de la Medicina. En el campo de la Neurofisiología se está analizando dos tipos distintos de problemas. En el primer caso, se pretende automatizar el estudio morfométrico de las fibras nerviosas presentes en una preparación de microscopio de un nervio. Este tipo de estudio se realiza en la actualidad de forma manual o semiautomática, y con él se analiza la recuperación de nervios lesionados o malformados. En una imagen que contenga una zona de preparación, la tarea a realizar consistiría en aislar los distintos elementos que aparecen en la imagen, clasificarlos (vasos sanguíneos, nervios, artefactos, etc) y, trabajando únicamente con los nervios, obtener una serie de parámetros característicos: perímetro interior y exterior, área interna, radio mayor y menor y grosor de la capa de mielina que los recubre. En el segundo proyecto relacionado con la Neurofisiología estamos desarrollando un método para hacer un modelo tridimensional de un nervio a partir de un conjunto de imágenes de microscopio tomadas a distinta profundidad en una biopsia. Este estudio se realiza para constatar la evolución tridimensional de las

terminales nerviosas que han sufrido un proceso de atrofia. En este caso, la información que contienen las distintas imágenes (distintos cortes) ha de fusionarse en un único resultado: el modelo tridimensional. Para ello, no sólo debemos detectar en cada imagen la estructura del nervio, sino que, una vez detectado, debemos decidir que imagen representa mejor el nervio en cada punto del espacio.

Otro proyecto en el cual estamos trabajando con modelos de estructuras se enmarca dentro del campo de la Traumatología. En este proyecto, se pretende crear un modelo de la columna vertebral de un paciente, para poder preveer el tipo de intervención que se deberá realizar, así como si es menester utilizar algún tipo de prótesis especial. La información de partida para este modelo viene dada por un conjunto de radiografías del paciente, a partir de las cuales se debe hallar la curva que sigue la columna vertebral, así como su eje de carga. Al igual que en el caso anterior, es necesario fusionar las distintas informaciones obtenidas con las diversas imágenes en un único resultado.

Finalmente, en el campo de la Dermatología estamos desarrollando una técnica de valoración de la degradación sufrida por la piel debido a la Psoriasis. Esta degradación se puede medir observando una biopsia (muestra) de la piel efectuada transversalmente. Una imagen de la muestra de piel afectada por esta enfermedad permitiría observar como las distintas capas de la piel han perdido su estructura habitual (estratificada) y aparecen un conjunto de lobulaciones de la epidermis (capa central) que se introducen de forma irregular en la dermis (capa inferior). La forma y profundidad de estas lobulaciones permite cuantificar la mejora del paciente. Como en los casos anteriores, en este proyecto estamos intentando automatizar la detección de estos lóbulos y su cuantificación. La aplicación directa de este estudio es el análisis de la eficiencia de un conjunto de fármacos que se están investigando en la actualidad.