

7. Modelos y métodos de Estadística espacial

El tipo de problemas abordados son de dos tipos: teóricos y de aplicación.

a) Teóricos: el propósito es contribuir al desarrollo e implementación de modelos y métodos nuevos de la estadística espacial. Todos ellos están motivados a partir de las tres aplicaciones consideradas en el siguiente apartado.

b) Aplicación de dicha metodología a los siguientes problemas:

- En el campo de la radiología: delineación y segmentación correcta de tumores que permita tratar un tumor con la radiación óptima sin afectar el tejido sano adyacente y análisis de su evolución (en forma y volumen) en el tiempo.
- En el campo de la oftalmología: análisis de los campos visuales de pacientes con glaucoma.
- En el campo de la biomecánica: análisis de la distribución de presiones en diferentes tipos de superficies y situaciones.

A continuación detallamos brevemente cada uno de los problemas concretos:

a) La estadística espacial es un campo de la estadística que ha tenido un gran auge en los últimos años y la cantidad de problemas que han ido demandando de estas técnicas para poder resolverlos es enorme. Nuestro grupo trabaja dentro del campo de los Campos Aleatorios de Markov, los Métodos de Montecarlo dinámicos, la Geoestadística y la Geometría Estocástica, en nuevas metodologías o en la adaptación de metodologías ya existentes para la concreción de los objetivos b1), b2) y b3).

b1) Las imágenes de tumores con las que trabajamos nos son proporcionadas por el Grupo de Oncología y Radioterapia del hospital La Fe de Valencia. Aunque se obtienen a través de diferentes técnicas, tomografía computerizada, Rayos X, Resonancia magnética, etc. en un principio trabajamos únicamente con tomografías computerizadas. Notar que una imagen a niveles de gris se puede considerar como la realización de un proceso estocástico en un retículo regular, de hecho, el uso de la metodología estadística en el análisis de imágenes ha abierto recientemente nuevos problemas y por tanto importantes y fructíferas líneas de investigación en el campo de la Estadística espacial. Métodos bayesianos y campos aleatorios de Markov pueden ser usados para segmentar y delimitar el tumor. Los modelos de la geometría estocástica, en particular los conjuntos aleatorios cerrados, pueden ser usados para su estudio, especialmente para modelizar su variabilidad. Sin duda que estos resultados pueden ser de gran beneficio a la hora de asesorar a los especialistas en lo que se refiere a la localización, reconstrucción y planificación del tratamiento a seguir en el tratamiento del tumor, minimizando el daño de la radioterapia a tejidos no afectados.

b2) El glaucoma es una enfermedad bastante común que afecta a la capacidad de visión. Las causas que lo provocan son variadas, aunque todas tienen como punto en común el incremento excesivo de la presión existente dentro del globo ocular lo cual provoca la aparición de lesiones en el nervio óptico, estas

lesiones en el nervio óptico provocan una pérdida de visión, esta pérdida no es homogénea en todo el campo visual sino que empieza en algunas posiciones y se va extendiendo siguiendo las direcciones del nervio. Estas lesiones resultan irreversibles, por lo que si la enfermedad no recibe el tratamiento adecuado y se permite que siga evolucionando, en casos extremos puede llegar a afectar a la totalidad del campo visual y conducir a la ceguera.

El tipo de datos con los que trabajamos son resultados de pruebas de campimetría. En particular campos visuales (VF) que son mapas en los que aparecen las intensidades luminosas que el paciente es capaz de percibir en cada una de las 76 localizaciones de la retina que ha testeado el campímetro.

Hasta el momento hemos desarrollado un modelo espacio-temporal para la distribución de campos visuales de pacientes sanos, como paso inicial para la modelización de pacientes con glaucoma. Desarrollamos algoritmos para la simulación de campos visuales sanos. Mediante modelos de series multivariantes, campos aleatorios de Markov y Metodología Bayesiana hemos desarrollado una metodología para la clasificación de cada posición en el campo visual como sana o enferma. En la actualidad trabajamos en la modelización de la distribución espacio-temporal y el desarrollo de algoritmos de simulación para pacientes con glaucoma. En un principio el tipo de modelos y métodos de los que partimos son semejantes, pero aparecen nuevos retos, como por ejemplo, la no homogeneidad de la varianza en zonas dañadas por el glaucoma. Otro problema también muy interesante que pretendemos abordar es la comparación de los datos obtenidos en diferentes modelos de campímetros. La comparación de datos para diferentes niveles de un factor, como en este caso el modelo de campímetro, es un problema muy poco estudiado cuando los datos son observados en un retículo espacial, como en este apartado y en el siguiente.

b3) En la aplicación a la biomecánica trabajamos con datos proporcionados por el Instituto de Biomecánica de la Universidad Politécnica de Valencia. Trabajamos con datos de varios tipos, todos ellos mapas que resultan de la medición de presiones, fundamentalmente en colchones y en hormas de zapatos, para comparar distintos modelos y para comparar pruebas en sujetos y en maniquís. También es interesante decidir cuando una distribución de presiones se puede considerar como ‘normal’.

Como podemos observar aunque los tres campos de aplicación son muy distantes, el tipo de datos y el tipo de metodología estadística necesaria es común a los tres.