



• momentos matemáticos ::

matemática

revista digital de divulgación matemática

Vol. 2, no. 1 (feb. 2006)

Momentos Matemáticos

Mathematical Moments es un programa de la American Mathematical Society para promover la apreciación y el conocimiento del papel que las matemáticas desempeñan en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura. *Matemática* agradece a los responsables de *Mathematical Moments* el permiso para traducir y publicar los posters disponibles a través de este programa, los cuales irán apareciendo en números sucesivos de nuestra revista, en formato PDF.

EN ESTE NÚMERO:

- **MM31: Ganar la batalla a los atascos de circulación** [312 KB]
- **MM32: A la carga por el espacio** [316 KB]
- **MM33: Trazar rutas** [313 KB]
- **MM34: Liberar las células** [368 KB]
- **MM35: Ver nítidamente** [300 KB]
- **MM36: Combatir el spam** [368 KB]
- **MM37: Situación, situación, situación** [196 KB]
- **MM38: Localización de tumores** [314 KB]
- **MM39: Mejorar el deporte** [281 KB]
- **MM40: Reconocimiento de voz** [291 KB]

Más información: <http://www.ams.org/mathmoments>



matemática

revista digital de divulgación matemática

Ganar la batalla a los atascos de circulación

No, no son imaginaciones suyas: el tráfico rodado está cada vez peor. En los últimos treinta años el número de kilómetros recorridos por los automóviles se ha duplicado con creces, mientras que el espacio ocupado por las carreteras ha aumentado sólo en un seis por ciento. Aunque la construcción de nuevas carreteras no es sinónimo de alivio: contrariamente a lo que dicta la intuición, el estudio del tráfico ha revelado que una nueva carretera puede aumentar la congestión de toda una red viaria. Disciplinas matemáticas tales como la teoría de colas y las ecuaciones en derivadas parciales contribuyen a entender el fenómeno de la circulación rodada, que es una *ola que se propaga hacia atrás*: los automóviles se mueven hacia delante, pero los atascos van hacia detrás.

El estudio matemático del tráfico es relativamente nuevo. Un informe federal norteamericano ha concluido que la revolución de la información, o sea, la combinación de ordenadores con mayor potencia computacional, telecomunicaciones, y modelos numéricos más eficientes afectará al transporte tanto como la invención del automóvil y de los motores a reacción. El análisis del tráfico (y de las predicciones meteorológicas) requiere de muchas variables, tales como la velocidad de conducción, duración del trayecto, hora del día en que se viaja y punto de origen, e implica el uso de la teoría del caos, ya que un cambio minúsculo en la carretera puede modificar de forma drástica las condiciones del viaje. Sin embargo, a diferencia de los cambios climáticos, el tráfico puede verse alterado en respuesta a una predicción, por ejemplo si se decide seguir una ruta alternativa; decisión que hoy toma el conductor, y en el futuro, quizá, los propios automóviles.

Más Información:

What's Happening in the Mathematical Sciences, Vol. 5. Barry Cipra.



Imagen cortesía de Puget Sound Regional Council.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments



A la carga por el espacio

Las alteraciones electromagnéticas que tienen lugar en el Sol, a ciento cincuenta millones de kilómetros de distancia, no nos afectan, pero sin embargo una tormenta solar de envergadura puede tener graves consecuencias en los satélites, la electricidad y las comunicaciones. Por ejemplo, en 1989 unas explosiones solares ocasionaron el colapso de una importante red eléctrica, dejando sin luz a más de seis millones de personas en Canadá. Los meteorólogos espaciales tienen ahora modelos matemáticos más avanzados mediante los cuales efectúan predicciones estadísticas sobre la actividad solar y sus efectos. La predicciones han mejorado con la ayuda de la tecnología, pero sin las nuevas matemáticas y un refinamiento de los modelos incluso los mejores ordenadores estarían perdidos en el espacio.

Los modelos del clima espacial se basan en las ecuaciones de la electricidad y el magnetismo de Maxwell y en las ecuaciones de la dinámica de fluidos, que debido a su complejidad tienen que ser resueltas numéricamente. Los satélites que se han lanzado recientemente, incluyendo cuatro que mantienen una formación tetraédrica y producen una imagen tridimensional del clima espacial, nos proveen de la información necesaria para entender el medio ambiente espacial y permiten alertar sobre potenciales alteraciones en los servicios.

Más información:

Storms from the Sun. Michael J. Carlowicz, Ramon E. Lopez.

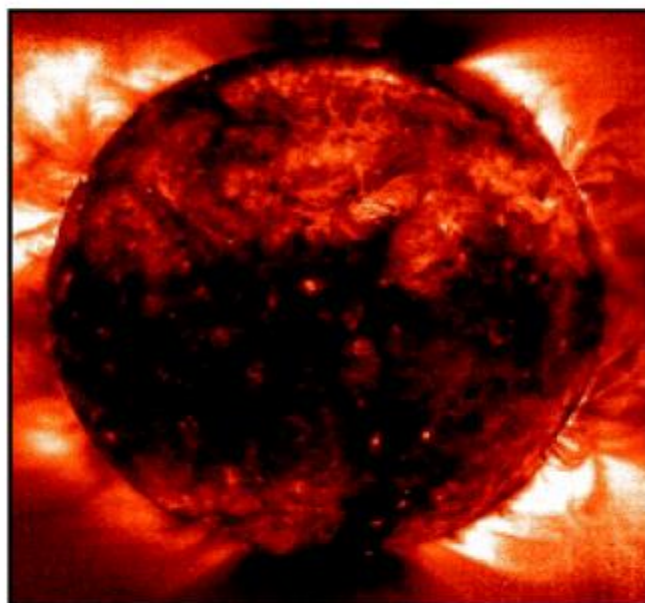


Imagen cortesía de SOHO (ESA & NASA)



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Trazar rutas

El llamado *Problema del Viajante* consiste en encontrar la ruta más corta atravesando exactamente una vez cada ciudad asignada (la ruta mostrada en la imagen visita más de 13000 ciudades). El problema es notable por su complejidad, que crece exponencialmente con el número de ciudades, y por sus aplicaciones, que abarcan desde el cableado de un chip hasta organizar el calendario de las tripulaciones de las líneas aéreas. Los investigadores usan teoría de grafos y programación lineal para resolver el problema cuando es factible y para encontrar soluciones cuasi-óptimas en caso contrario, ahorrando tiempo y dinero a la industria.

Puede que no haya nunca una solución practicable para el *Problema del Viajante*. Pero incluso sin conocer la mejor respuesta, los matemáticos pueden estimar cuánto de próxima está una ruta dada a la óptima. Lo que quizá resulte más sorprendente aún es que al operar en un mapa de 25000 ciudades, los algoritmos actuales diseñan caminos cuyas longitudes están dentro del 0,01% de la longitud correspondiente al camino más corto.

Más Información:

The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization. Lawler, Lenstra, Rinnooy Kan, Shmoys.

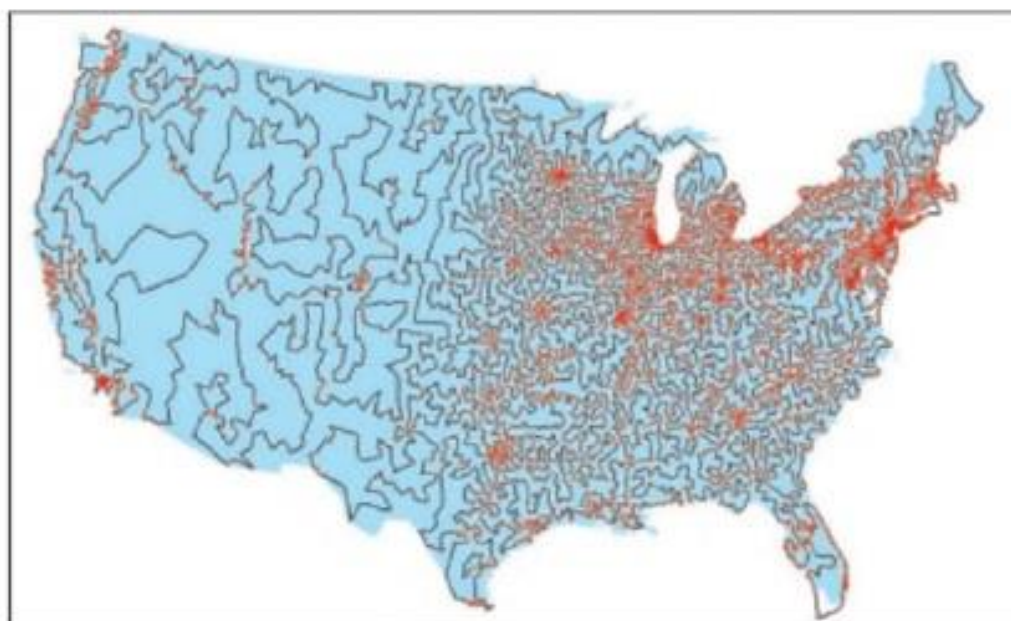


Imagen cortesía de D. Applegate, R. Babb, V. Chvátal y W. Cook.
www.math.princeton.edu/tsp



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de divulgación matemática



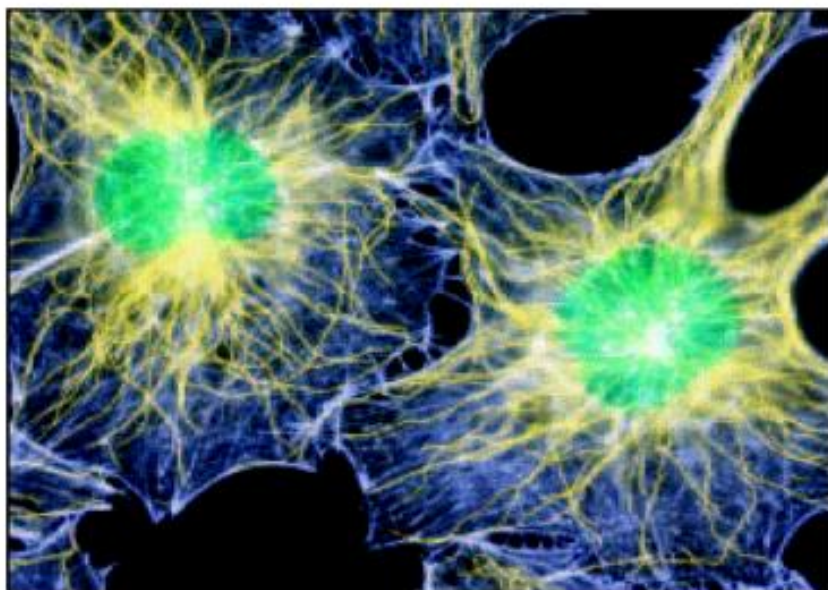
Liberar las células

Los procesos celulares son tan maravillosos como misteriosos son sus mecanismos individuales. Los biólogos moleculares y los matemáticos están empezando a modelizar operaciones como la división celular, el movimiento y la comunicación, tanto intracelular como entre células diferentes. El análisis de las células requiere el uso de ramas de las matemáticas muy diversas, ya que la descripción de la actividad celular supone una combinación de modelos continuos basados en ecuaciones diferenciales y modelos discretos provenientes de disciplinas como la teoría de grafos.

Puede resultar sorprendente, pero las funciones celulares se representan con complejos diagramas de cableado de circuitos, rutas señaladoras, puertas, interruptores y bucles de retroalimentación. Los investigadores traducen estos diagramas en ecuaciones, que a menudo son resueltas numéricamente. Resolver estas ecuaciones es sólo una parte de un proceso en el que se analizan las soluciones, se refinan los modelos, y las ecuaciones se reformulan y se vuelven a resolver. Este proceso se puede repetir una infinidad de veces, con el objetivo de obtener una representación exacta del comportamiento celular que permita diseñar medicamentos y tratamientos de forma tan precisa como se hace en la actualidad con los circuitos eléctricos.

Más información:

Computational Cell Biology. Christopher P. Fall, Eric S. Marland, John M. Wagner, John J. Tyson, eds.



Imager: Actina y microtúbulos filamentosos en los fibroblastos del ratón (Dr. Torsten Wittmann), cortesía de Nikon Small World.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de divulgación matemática



Ver nítidamente

Las estrellas titilantes resultan divertidas en las canciones, pero son frustrantes para los astrónomos. La tecnología actual usa la *óptica adaptativa* para corregir las turbulencias de la atmósfera y proporcionar una imagen precisa de las estrellas, los planetas y los satélites. Adaptarse a la distorsión atmosférica supone usar álgebra lineal, geometría y estadística para determinar el alcance de la distorsión y poder ajustar de forma continua los espejos deformables que reenfochan las ondas lumínicas hacia su verdadera ruta.

Los algoritmos matemáticos posibilitan los abundantes cálculos en tiempo real necesarios para hacer más nítida la visibilidad más allá de la Tierra y también bajo el microscopio. De hecho, la óptica adaptativa permitió a los investigadores ver por primera vez las células individuales de un ojo vivo, con el enorme potencial que ello entraña: mejores diagnósticos e intervenciones quirúrgicas más precisas. De este modo, una ciencia creada para que unas cuantas personas pudieran ver con más claridad algunas cosas puede también ayudar a millones de ellas a verlo todo mejor.

Más información:

Adaptive Optics in Astronomy. François Roddier.

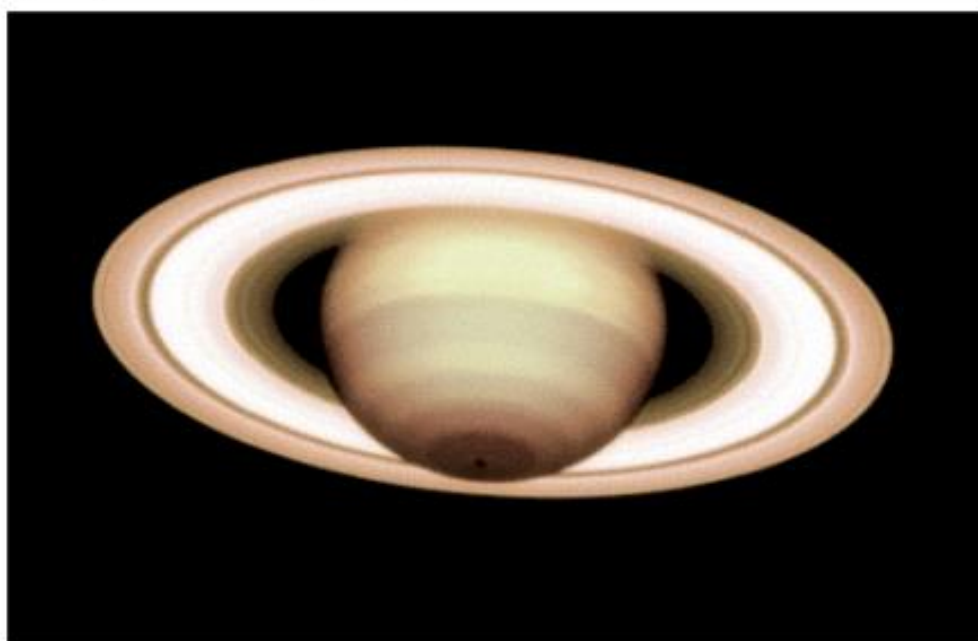


Imagen cortesía del European Southern Observatory.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de divulgación matemática



Combatir el spam

Los usuarios del e-mail se preguntan lo mismo que los comensales a quienes sirven platos que no han pedido: Pero ¿quién ha encargado esto? La respuesta es: nadie. Es más, responder a un correo electrónico no deseado (spam) sólo genera nuevo spam. Los intentos de contrarrestarlo incluyen múltiples herramientas nuevas, entre ellas filtros que buscan indicadores de que un determinado mensaje es spam; pero quienes envían correos basura logran burlarlos disfrazando el texto y la intención de sus mensajes. Los filtros de última generación, más sofisticados, utilizan las matemáticas para combatir el spam y entrenan a los filtros para reconocerlo con el paso del tiempo, de modo que cada usuario sólo reciba lo que desea.

Los remitentes de spam adaptan sus mensajes para evitar los recursos anti-spam, pero estos recursos son a su vez adaptables gracias al resultado matemático conocido como *teorema de Bayes*. A medida que un usuario examina diariamente su correo electrónico va indicando cuáles de los mensajes que han logrado pasar el filtro son realmente spam. Con cierto entrenamiento, el filtro acaba aprendiendo que cuando un mensaje es spam contiene ciertas palabras o características con una probabilidad alta.

Encontramos así una aplicación muy potente de un resultado matemático antiguo y fundamental. Los matemáticos continúan trabajando en técnicas innovadoras para combatir el spam usando herramientas matemáticas clásicas y modernas.

Más información:

"Math I, Spam 0". Dana Mackenzie. *SIAM News*, November 2003.

The screenshot shows an email client interface with a navigation bar at the top containing 'Mail Home', 'Inbox', 'Write', and 'Address Book', along with 'Options | Help'. The main area is titled 'Inbox' and shows '5 Unread Message(s)'. Below this are buttons for 'Delete', 'Report Junk', and 'Move checked item(s) to...'. There are also links for 'Check All' and 'Clear All'. The email list has the following content:

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	From	Subject	↓ Date
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	katiemay@cabledeals.edu	Never pay for cable again	06/21/04
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Robert@yggacre.com	Turn your opinion into biggg bux	06/21/04
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	coelpia@insthematic.com	dwghdxqL@@K	06/21/04
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	theremedy@chemcross.net	Miracle Hangover Cure	06/21/04
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	contest@eaufactory.com	Free Rolex just for you!!	06/21/04



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de investigación matemática



Situación, situación, situación

Diseñado originariamente para uso militar, el Sistema de Posicionamiento Global (*Global Positioning System*, GPS) permite ahora a navegantes, conductores y senderistas determinar su posición con un margen de error de unos pocos metros. Buena parte del funcionamiento del GPS depende de la aritmética, el álgebra y la geometría. El tiempo que tarda una señal en viajar de un satélite transmisor a un receptor GPS establece la distancia entre ambos, lo que sitúa al usuario del GPS en una esfera imaginaria centrada en el satélite. Concurrentemente, se efectúan cálculos similares usando otros dos satélites. Una vez efectuadas las correcciones por posibles diferencias entre los relojes de los satélites y del receptor, la posición del usuario del GPS se localiza en uno de los puntos de intersección de tres esferas.

Los principios básicos del GPS son simples, pero no lo es reducir el error que se comete en las mediciones cuando en el cálculo de las posiciones se utilizan satélites situados a más de 15.000 kilómetros de distancia. La teoría de la información extrae datos fiables de señales débiles (cuya potencia es un millón de millones menor que las que recibe un televisor), y los modelos matemáticos de la atmósfera tienen en cuenta los ligeros cambios que experimenta la velocidad de las señales cuando éstas atraviesan las distintas capas de aire camino de la Tierra. El GPS diferencial reduce el error aún más utilizando receptores estacionarios basados en tierra, cuya posición precisa es conocida. Con el tiempo, el GPS en tiempo real será tan exacto (con un margen de error del orden de centímetros) que guiará a los automóviles y permitirá a los aviones aterrizar con visibilidad nula.

Más información:

"Retooling the Global Positioning System". Per Enge. *Scientific American*, May 2004.

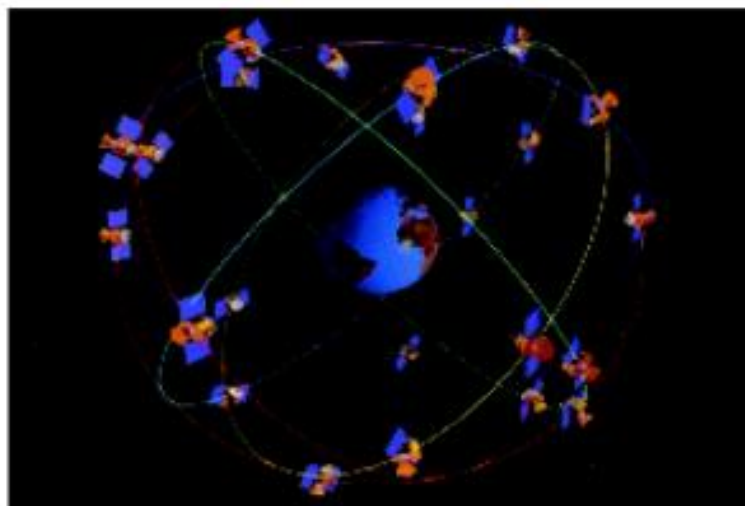


Imagen cortesía de la Aerospace Corporation.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de divulgación matemática



Localización de tumores

La detección y el tratamiento del cáncer han progresado mucho, pero no en la medida que la medicina hubiera deseado. Por ejemplo, los tumores pueden cambiar de forma o localización entre el diagnóstico pre-operatorio y el tratamiento, de forma que la radiación puede acabar siendo dirigida a un blanco que se ha movido. La geometría, las ecuaciones en derivadas parciales y la programación lineal entera son tres áreas de las matemáticas que se usan para procesar datos en tiempo real, lo que permite a los médicos infligir el mayor daño posible al tumor respetando al máximo el tejido sano.

Una prometedora área de investigación es la *viroterapia*: el uso de virus para destruir las células cancerosas. Los investigadores están utilizando modelos matemáticos para descubrir la forma de utilizar los virus en nuestro beneficio. Los modelos proporcionan resultados numéricos para cada una de las múltiples posibilidades, eliminando así los enfoques que no han tenido éxito y reconociendo aquellos otros que son buenos candidatos a continuar con la experimentación. El desarrollo de los cócteles anti-VIH mediante simulación es buena prueba de que la medicina puede desarrollarse más rápidamente y con menores costes empleando este procedimiento que utilizando solamente la experimentación en laboratorio y los ensayos clínicos.

Más información:

"Treatment Planning for Brachytherapy". Eva Lee et al. *Physics in Medicine and Biology*, 1999.

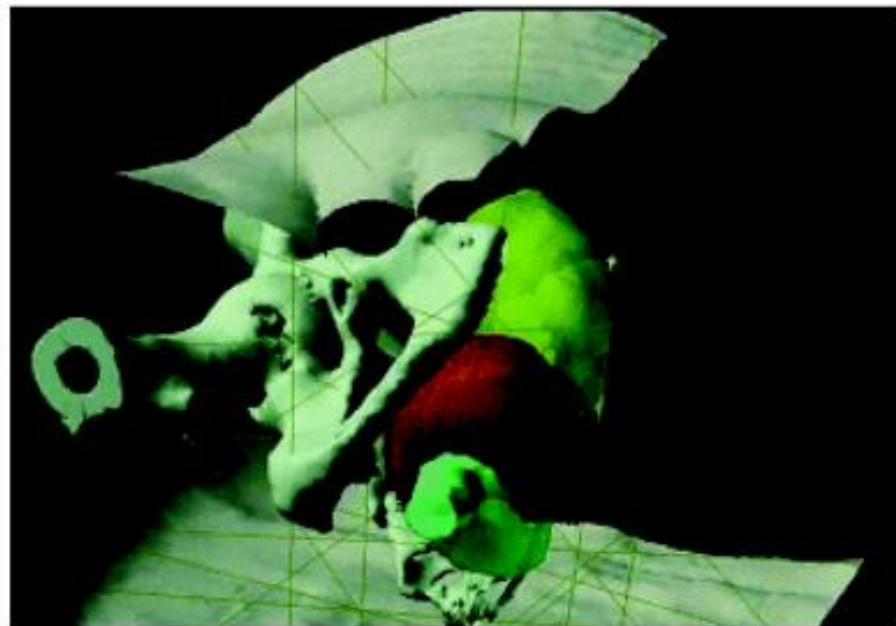


Imagen: Optimización de la radioterapia por radiación de intensidad modulada a gran escala (tumor en rojo). Cortesía de Eva Lee, Georgia Institute of Technology.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de divulgación matemática





Mejorar el deporte

Desde diseñar vestimentas más aerodinámicas hasta ajustar el ángulo con el que un atleta debe lanzar una jabalina, las matemáticas ayudan a mejorar el rendimiento deportivo. Las ecuaciones diferenciales y el análisis vectorial desempeñan papeles importantes en la determinación de la mecánica óptima de un deporte, y también el análisis numérico cuando las ecuaciones no se pueden resolver de forma exacta. Muchos campos de las matemáticas están proporcionando las herramientas adecuadas que permiten a los atletas utilizar la mente y el cuerpo para ir más rápido y llegar más alto.

Las matemáticas también mejoran la visualización y el entrenamiento deportivos. Las bandas y zonas sobrepresionadas en las pantallas de televisión requieren geometría y algoritmos para procesar los datos de posición y de perspectiva tanto para el terreno de juego como para las cámaras. En los entrenamientos se utilizan actualmente la estadística y la teoría de juegos para analizar cuántos días de descanso son los óptimos para un jugador o en qué posición debe jugar. En palabras de un entrenador: *Sólo confiamos en Dios. Para todo lo demás debemos tener datos.*

Más información:

The Mathematics of Projectiles in Sport. Neville de Mestre.



Imagen cortesía de PRNewsWire.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de divulgación matemática





Reconocimiento de voz

Actualmente los sistemas de reconocimiento de voz funcionan razonablemente bien en entornos no conversacionales, tales como dar instrucciones o información telefónica. Este tipo de aplicaciones pueden no resultar impresionantes, pero debido a los acentos, inflexiones de voz y pausas, incluso situaciones tan simples como estas requieren técnicas sofisticadas para transformar con exactitud las ondas sonoras en palabras. Una de las técnicas más comunes es la herramienta matemática conocida como *modelo de Markov oculto*, que involucra probabilidades condicionadas y ensaya con los sonidos candidatos hasta localizar el que coincide mejor con una determinada entrada.

Dictar instrucciones a una máquina, todo un lujo hoy en día, puede convertirse en una necesidad ya que los dispositivos de entrada son cada vez más pequeños. La investigación se orienta hacia la búsqueda de nuevos modelos matemáticos y algoritmos (que probablemente hagan uso de la estadística y el aprendizaje automático) capaces de filtrar ruidos, comprender una conversación informal y adaptarse a varias voces distintas. Estos problemas no son fáciles, pero una vez resueltos no pasará mucho tiempo hasta que la voz sustituya al teclado y al ratón del ordenador y, lo que es mejor, a los múltiples mandos a distancia de nuestros electrodomésticos.

Más información:

Speech Processing: A Dynamic and Optimization-Oriented Approach. Li Deng, Douglas O'Shaughnessy (2003).

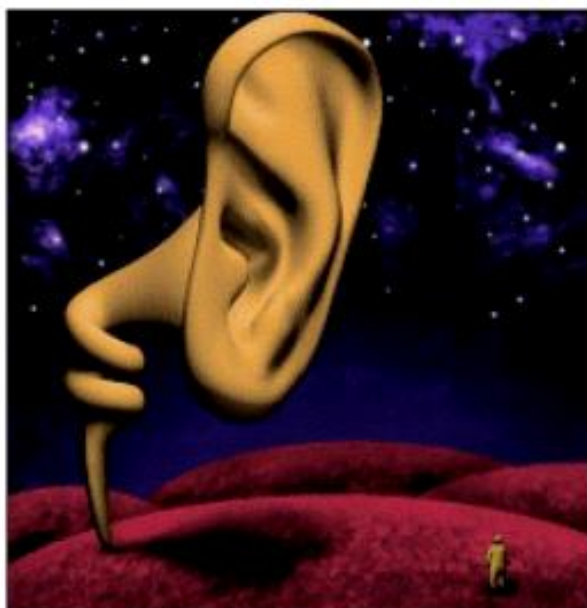


Imagen cortesía de ACM Crossroads.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

www.ams.org/mathmoments

Versión en español de

www.matematicalia.net
REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA



matematicalia

revista digital de investigación matemática

