Científicos españoles describen de manera minuciosa cómo la arquitectura de conexiones del cerebro humano controla la actividad neuronal

09/10/2013

Investigadores de la Universidad de Granada demuestran que en el cerebro se producen, gracias a su intrincada arquitectura jerárquica, “avalanchas” o “terremotos” de actividad, con una variabilidad enorme de tamaños que confieren al cerebro propiedades funcionales óptimas

Su trabajo, que publica esta semana la prestigiosa revista Nature Communications, podría ayudar a entender mejor la conexión entre estructura y dinámica del cerebro

Científicos españoles han descrito de manera minuciosa cómo la arquitectura de conexiones del cerebro humano controla la actividad neuronal, demostrando que en él se producen continuamente pequeñas “avalanchas” o “terremotos” de actividad, con una variabilidad enorme de tamaños y formas óptimas, ni exclusivamente pequeñas, ni sistemáticamente grandes. Su trabajo, que podría ayudar a entender con más profundidad la conexión entre estructura y dinámica del cerebro y a avanzar en la comprensión que los cerebros humanos tienen de sí mismos, se publica esta semana en la prestigiosa revista Nature Communications.

Copyright© 2025 Universidad de Granada

Paolo Moretti y **Miguel Ángel Muñoz**, investigadores del Instituto Carlos I deFísica Teórica y Computacional y del grupo de investigación en Física Estadística y delos Sistemas Complejos de la UGR, han arrojado nueva luz sobre el enigma científicode cómo la estructura del cerebro -es decir los detalles del enmarañado tejido de sus interconexiones- condiciona y afecta la actividad de las neuronas a nivel global, influenciando, por tanto, los procesos sensoriales y cognitivos.

En los últimos años, diversas investigaciones han permitido obtener una ingente cantidad de información sobre dos aspectos distintos y complementarios del cerebro humano: cómo es el diseño de la intrincadísima red de conexiones neuronales que constituyen el cableado estructural del cerebro, y cuáles son los mapas de actividad neuronal en distintas partes del cerebro, a distintas escalas de observación, durante la realización de distintas tareas sencillas o en reposo. Éste último descubrimiento ha sido posible gracias a mediciones de distinta naturaleza (magnetoencelografía, resonancia magnética funcional, potenciales de campos locales, etc.) que permiten obtener dichos mapas.

Como explica Miguel Ángel Muñoz, catedrático de Física Teórica y Computacional de la UGR, “utilizando una sencilla analogía es como si tuviéramos a nuestra disposición, por un lado, un detallado atlas de carreteras, y por otro, un mapa del tráfico en distintos y determinados momentos del día”.

El mapa de conexiones más preciso

Los científicos granadinos han empleado el mapa de las conexiones cerebrales más preciso elaborado hasta la fecha, llevado a cabo por el profesor Sporns, de la Universidad de Indiana (Estados Unidos). Usando como soporte la arquitectura de dicha red de interconexiones (la red de carreteras), los investigadores del Instituto Carlos I utilizaron modelos matemático-computacionales relativamente sencillos para analizar cómo la actividad neuronal se propaga por la red (esto es, siguiendo con la analogía del tráfico, como éste fluye en distintas condiciones).

Los modelos analizados en la UGR dan lugar de forma natural a la presencia de avalanchas de actividad, con propiedades muy curiosas e interesantes, en absoluto triviales. “Estos episodios de actividad o ‘avalanchas’ no podemos compararlos con el ejemplo del tráfico, porque para ello debería ocurrir que los coches, en un punto, pudiesen desdoblarse en varios y multiplicarse o evaporarse – explica Muñoz-. Por el contrario, se parecen a los terremotos o episodios de actividad sísmica que, a mayor o menor escala, continuamente perturban la superficie de la tierra, y que en un proceso de cascada desencadenan avalanchas sísmicas de gran variabilidad. Los episodios de actividad neuronal constituyen un mecanismo para entender cómo la información codificada en las neuronas viaja de un lugar a otro del cerebro, haciendo

Copyright© 2025 Universidad de Granada

así posible la integración de toda la información, dando coherencia al sistema”.

En el artículo publicado en Nature Communications se demuestra, mediante cálculos matemáticos y el uso extensivo de simulaciones computacionales en el superordenador PROTEUS del Instituto Carlos I, que las avalanchas de actividad aparecen en el cerebro con una variabilidad enorme de tamaños y formas óptimas, ni exclusivamente pequeñas, ni sistemáticamente grandes.

Avalanchas de actividad neuronal

“Si las avalanchas fuesen demasiado breves, la información codificada en ellas no podría viajar de una parte a otra del cerebro y no habría una coherencia suficiente para las operaciones cognitivas. Por otro lado, si las avalanchas fuesen siempre demasiado intensas, el cerebro estaría en un estado perpetuo de terremoto devastador, o dicho con algo más de precisión, en un estado de perpetua actividad epiléptica. Ambas posibilidades serían nefastas para el correcto funcionamiento del cerebro y ambas se pueden relacionar con patologías mentales”, apuntan los autores.

A la luz de los resultados de este trabajo, la dinámica de las redes neuronales sanas parece operar justo en un punto crítico, en el límite entre los dos estados anteriores: la actividad se propaga de forma marginal, pudiendo llegar a todas partes pero sin sobresaturar el sistema, con un delicado balance de avalanchas pequeñas y grandes, de todas las escalas posibles. Moretti y Muñoz han demostrado que la arquitectura del cerebro a gran escala -que tiene una estructura organizada en distintas capas en modo jerárquico- es tal que hace que sea mucho más sencillo alcanzar este estado de avalanchas críticas de lo que se pensaba hasta el momento.

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía mediante un Proyecto de Excelencia y está auspiciado por el Campus de Excelencia Internacional (CEI) Biotic de la UGR .

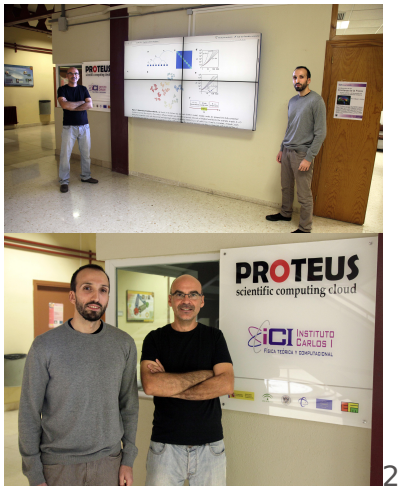
Referencia bibliográfica:

- Griffiths phases and the stretching of criticality in brain networks. Paolo Moretti and Miguel A. Muñoz. Departamento de Electromagnetismo y Física de la Materia and Instituto Carlos I de Fisica Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. NATURE COMMUNICATIONS | 4:2521 | DOI: 10.1038/ncomms3521

Imágenes adjuntas:

Copyright© 2025 Universidad de Granada

Figura original del “Human Connectome Project”



2 y 3: Los investigadores de la UGR Miguel Ángel Muñoz y Paolo Moretti.

Contacto:
Miguel Ángel Muñozv Catedrático de la Universidad de Granada. Instituto de Física Teórica y Computacional Carlos I.
Teléfono: 958 240 033
Correo electrónico:
LINK: --LOGIN--b1e3cb6781dbd82264c0ef4c5baa29f9onsager[dot]ugr[dot]es -> --LOGIN--b1e3cb6781dbd82264c0ef4c5baa29f9onsager%5Bdot%5Dugr%5Bdot%5Des
Web: http://ergodic.ugr.es/mamunoz

Copyright© 2025 Universidad de Granada

Síganos en Facebook:

Síganos en Twitter:

- LINK: PROPUESTA DE ACTIVIDADES CANAL UGR -> http://canal.ugr.es/prensa-y-comunicacion/item/54050
- CANALUGR: RECURSOS DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN
- PUBLICITE SU CONGRESO UGR
- VER MÁS NOTICIAS DE LA UGR
- BUSCAR OTRAS NOTICIAS E INFORMACIONES DE LA UGR PUBLICADAS Y/O RECOGIDAS POR EL GABINETE DE COMUNICACIÓN
- RESUMEN DE MEDIOS IMPRESOS DE LA UGR
- RESUMEN DE MEDIOS DIGITALES DE LA UGR
- RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS LISTAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA UGR
- LINK: Perfiles oficiales institucionales de la UGR en las redes sociales virtuales Tuenti, Facebook, Twitter y YouTube -> /tablon/*/boletines-canal-ugr/formulario-de-propuesta-de-actividades

Gabinete de Comunicación - Secretaría General
UNIVERSIDAD DE GRANADA
Acera de San Ildefonso, s/n. 18071. Granada (España)
Tel. 958 243063 - 958 244278
Correo e. LINK: --LOGIN--022c91824f21a4c23bb3f144bd33d1f4ugr[dot]es -> --LOGIN--022c91824f21a4c23bb3f144bd33d1f4ugr%5Bdot%5Des

http://secretariageneral.ugr.es/

 Copyright© 2025 Universidad de Granada

Web: http://canal.ugr.es Facebook UGR Informa:
https://www.facebook.com/UGRinforma
Facebook UGR Divulga: https://www.facebook.com/UGRdivulga
Twitter UGR Divulga: https://twitter.com/UGRdivulga

Copyright© 2025 Universidad de Granada