VISSOR. Programa para la detección, identificación y clasificación de potenciales de acción desde datos neurales

2025 Universidad Pablo de Olavide
Ver la oferta en la web. www.upo.es/UPOtec
Contacta con la OTRI: otri@upo.es

Sector

Salud

Área Tecnológica

Tecnologías de la información y de la Comunicación (Tic) , Biomedicina y Salud Pública

Descripción

Investigadores del Área de Fisiología del Departamento de Fisiología, Anatomía y Biología Celular de la Universidad Pablo de Olavide han desarrollado un software para el análisis de series temporales neurofisiológicas (registros de la actividad neural). Todo el análisis se basa en el conocido algoritmo de spike sorting que está integrado en el software VISSOR (ver diagrama de flujo en la Figura 1). Este algoritmo facilita una “ordenación” coherente de los potenciales de acción, según un determinado criterio (reconocimiento de patrones) atendiendo a los valores de ciertas medidas claves (umbrales adaptativos, razones de cohesión-dispersión, índices de validación) que permite secuencialmente detectar, identificar y clasificar potenciales de acción, determinar su más probable localización espacio-temporal, y finalmente, resolver el problema de la identidad neuronal de las espigas neuronales, asignando cada potencial de acción a una única neurona (ver un ejemplo de realización del software VISSOR en la Figura 2). Las funciones disponibles admiten la importación/exportación de datos neurales, el preprocesamiento, la clasificación de los potenciales de acción y la visualización de resultados. Para la extracción de características VISSOR se basa en la forma (patrón de onda en el dominio del tiempo), la fase (trayectoria en el espacio de fase) y la distribución de amplitudes de cada potencial de acción y de sus primera y segunda derivadas. El algoritmo incluye índices de validez y error alternativos y eficientes durante el proceso de clasificación (K-means + Template Optimization in Phase Space: K-TOPS). Estas funcionalidades son características únicas de este paquete de programas (ver artículo sobre el método y algoritmo utilizado en VISSOR en el siguiente enlace:www.nature.com/articles/s41598-018-35491-4Todas las funciones se han integrado en una interfaz gráfica de usuario sencilla, fácil de usar, y diseñada en un entorno de cómoda accesibilidad. Ver enlace

Necesidad o problema que resuelve

El cerebro humano tiene unos cien mil millones de neuronas, todas ellas con la capacidad de generar potenciales de acción. El potencial de acción es la actividad eléctrica que utilizan las

neuronas para mandar mensajes de un sitio a otro dentro del cerebro y para activar los músculos. La principal cuestión es ¿cuándo y desde qué neurona se genera un determinado potencial de acción? La solución más utilizada consiste en reconocer patrones de la forma de onda de cada potencial y compararlos mediante medidas de cohesión-dispersión. Aun así, la clasificación tiene mucha dificultad, sobre todo si el registro es multiunitario, contiene formas de ondas solapadas (superposición de potenciales procedentes de varias neuronas), si está asociado a eventos fisiopatológicos (descargas epilépticas) o, si durante su registro, el cerebro se mueve respecto a la posición del electrodo. Todas estas vicisitudes provocarán variaciones imprevistas en las formas de onda de los potenciales de acción. Para solucionar estos problemas, se ha desarrollado el paquete VISSOR. Este software puede utilizarse para el análisis fuera de línea (off-line) de datos neurales (neuronas, nervios y músculos). La aplicación general es el reconocimiento de patrones en datos electrofisiológicos reales (intracelulares y extracelulares), incluyendo el análisis de spike sorting de los potenciales de acción. VISSOR está basado en la extracción exhaustiva de características del potencial de acción, todas con una perceptible descripción fisiológica. Esta información es muy apreciada en la caracterización cualitativa/cuantitativa de la actividad neuronal, incluyendo las propiedades neurales moduladoras, y tiene usos prácticos en neurofisiología más allá del mero cálculo del número de espigas, clases, o neuronas. Esta herramienta está preparada para el análisis tanto de registros neurales de un solo micro-electrodo como para registros simultáneos con electrodos múltiples. Optimizando la detección/identificación de las espigas neuronales y manteniendo la información relevante de cada espiga neuronal durante el proceso de extracción de características, es posible explorar propiedades fisiológicas fundamentales, tales como, los patrones de oscilación de un evento neural particular, o los correlatos neuronales de un proceso cognitivo específico. Las características técnicas esenciales de VISSOR son: Reconoce y admite archivos en los formatos de texto (.txt) y audio (.way). Introduce un umbral de amplitud adaptativo durante la detección de potenciales de acción neuronales. Asigna un vector multidimensional flexible (entre 5D y 24D) para cada potencial de acción con características de forma, fase y distribución tanto en el dominio del tiempo (para la amplitud) como en el plano de fase (para sus derivadas). Utiliza un método no supervisado (K-TOPS) para la clasificación y agrupamiento que incorpora índices de validez y error alternativos y eficientes.

Aspectos innovadores

Al contrario que otros métodos también basados en la extracción de características del potencial de acción, el método/algoritmo VISSOR se basa en características que describen la forma, la trayectoria de fase y la distribución de amplitudes de cada potencial de acción y de sus primera y segunda derivadas. Por lo tanto, los vectores de características resultantes reflejan las principales propiedades funcionales de los eventos neurales registrados. La singularidad del paquete VISSOR radica, que en lugar de reducir la dimensión del vector de características, estrategia adoptada por la mayoría de los métodos alternativos para eliminar la multicolinealidad, éste implementa la clasificación basándose en un vector dimensionalmente flexible (entre 5D y 24D en proporción inversa a la densidad de electrodos de registro) con características linealmente independientes para cada potencial de acción. Esta estrategia elimina la multicolinealidad sin recurrir a la reducción de dimensionalidad que proporciona vectores de características que son meras entidades matemáticas “abstractas” (basadas en coeficientes, factores o componentes) sin una interpretación neurofisiológica clara y objetiva. Otra importante ventaja de VISSOR es que su algoritmo incorpora índices internos de validez y error que permiten verificar la medida de cohesión-dispersión durante la clasificación de los potenciales de acción neuronales y determinar el número óptimo de grupos asociados a neuronas, así como, estimar los errores cometidos durante la clasificación de las espigas neuronales y determinar el agrupamiento óptimo. Sin dudas, estos índices de validación ofrecen mayores garantías para la evaluación objetiva del rendimiento del software VISSOR. Para más detalles puede consultar el fichero adjunto (VISSOR Supplementary Information).

Tipos de empresas interesadas

Empresas de desarrollo de software para biomedicina. Laboratorios de electrofisiología. Servicios de electrofisiología clínica.

Nivel de desarrollo

Software inscrito en el Registro de Propiedad Intelectual. © Universidad Pablo de Olavide VISSOR versión 1.0 / R2017a – disponible en el enlace web: http://divisiondeneurociencias.es/vissor.

Más información

Autores: Carmen Roci■o Caro Marti■n, Raudel Sa■nchez Campusano, Jose■ Mari■a Delgado Garci■a y Agne■s Gruart i Masso■. Titular: © Universidad Pablo de Olavide. Más información sobre el método y el algoritmo de VISSOR publicado en Diciembre de 2018: C. Rocío Caro-Martín, José M. Delgado-García, Agnès Gruart & Raudel Sánchez-Campusano. "Spike Sorting based on Shape, Phase, and Distribution Features, and K-TOPS Clustering with Validity and Error Indices". Scientific Reports (2018) 8:17796. DOI: 10.1038/s41598-018-35491-4. Se puede encontrar con Acceso Abierto en el siguiente vínculo: www.nature.com/articles/s41598-018-35491-4 VISSOR versión 1.0 / R2017a – disponible en el enlace web:http://divisiondeneurociencias.es/vissor.

Equipo de Investigación

Laboratorio de neurociencias (BIO 122)