Niceto Luque Sola

- ATRÁS

- Premio Extraordinario de Doctorado 2012-13 (Ingenierías y Arquitectura)

ESQUEMAS DE CONTROL ROBÓTICO BIO-INSPIRADOS UTILIZANDO ESTRUCTURAS DE NEURONALES BIOLÓGICAMENTE PLAUSIBLES



Resumen

Entender cómo el cerebro es capaz de procesar y representar la información neuronal es el santo grial de la neurociencia. La neurociencia experimental ha realizado cuantiosos estudios sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) a todos los niveles (subcelular, celular, red e incluso a nivel de sistema) con el fin de obtener una mejor comprensión de sus estructuras anatómicas y de sus procesos fisiológicos inherentes. La neurofisiología ha utilizado tradicionalmente el cómo de errático es el funcionamiento de cierta estructura anatómica en presencia de patologías como base para su evaluación funcional global. Se producen así modelos cualitativos y fenomenales del SNC que se han mostrado útiles para identificar y paliar problemas clínicos, si bien, no proporcionan una comprensión detallada de los pormenores funcionales.

La tecnología desarrollada durante las últimas décadas permite un acceso in vivo al SNC (principalmente a las áreas más externas) por medio de, por ejemplo, imágenes de resonancia magnética, magneto-encefalografía o mediante grabaciones de actividad neuronal por medio de matrices de electrodos...etc. El SNC deja pues de ser una caja negra; su actividad neuronal puede ser registrada y observada online. Sin embargo, la mayoría de las centros neuronales funcionales tales como puedan ser el hipocampo o el cerebelo no pueden ser observados en su entera dimensionalidad.

El procesado de información neuronal dentro de estos centros neuronales produce un conjunto de patrones neuronales dinámicos auto-organizados que cubre una gran proporción del sistema nervioso. Estos patrones emergentes son difícilmente inteligibles si estamos restringidos tecnológicamente a registrar un número limitado de cientos o incluso miles de neuronas de la misma manera que sería difícil entender un libro en el que tan sólo tuviéramos en cuenta las palabras individuales y no en su conjunto.

La neurociencia computacional trata de dar contexto a las observaciones de este número limitado de neuronas. Es la aplicación directa de esta rama de la neurociencia, la neurociencia computacional, centrada en el cerebelo y sus sub-circuitos neuronales el leitmotiv esta tesis. El cerebelo, aquella parte del SNC que responde a la regulación, la coordinación y precisión del movimiento y la postura, se hace así “observable”. Su modelo computacional puede, a priori, escalarse permitiendo el estudio de sus subcircuitos neuronales “tan grandes como sea necesario” proporcionando así el tan necesario contexto neuronal. Esta tesis modela dicho contexto neuronal para tratar de descifrar las primitivas computacionales cerebelares basándose e inspirándose en observaciones experimentales.

Las características funcionales del cerebelo lo convierten en un candidato perfecto para modelar y estudiar un sistema nervioso base que se encuentra unido a un cuerpo como un todo (embodied neural system). Entender las primitivas computacionales cerebelares de manera aislada, sin un cuerpo, sería como intentar entender el funcionamiento de un vehículo con la mera observación del funcionamiento de su motor. Conectar finalmente, el modelo cerebelar desarrollado en este trabajo a un cuerpo robótico, nos ayudó a proporcionar una idea más precisa del cómo podría funcionar la circuitería neuronal cerebelar y sus consecuencias motoras.

Referencias

- N.R. Luque , J.A. Garrido, F. Naveros, R.R.Carrillo, E. D Angelo and E. Ros. “Distributed Cerebellar Motor Learning; a Spike-Timing-Dependent Plasticity Model”, Frontiers in Computational Neuronscience 2016.
- N.R. Luque, J.A. Garrido, R.R. Carrillo, E. D'Angelo and E. Ros. “Fast convergence of learning requires plasticity between inferior olive and deep cerebellar nuclei in a manipulation task: a closed-loop robotic simulation ”, Frontiers in Computational Neuroscience.2014.
- N. R. Luque, J. A. Garrido, R. R. Carrillo, S. Tolu, E. Ros, Adaptive Cerebellar Spiking Model Embedded In The Control Loop: Context Switching And Robustness Against Noise, Int. Journal of Neural Systems, 21(5), pp. 385-401, 2011.

Fuente: https://escuelaposgrado.ugr.es/doctorado/escuelas/edcti/pages/premios_extraordinarios/2012-13/niceto_luque_sola/index

Financiación y agradecimientos

Esta tesis se desarrolló en el marco de dos proyectos europeos (SENSOPAC, REALNET) ayudando a desarrollar diferentes modelos de diversos elementos del sistema nervioso central (cerebelo, oliva inferior y cuneate nucleus) en cooperación con diferentes grupos de investigación desde la neurofisiología (Egidio D'Angelo) a través de la neurobiología computacional (Angelo Arleo) hasta la robótica (Patrick van der Smagt).

Fuente: https://escuelaposgrado.ugr.es/doctorado/escuelas/edcti/pages/premios_extraordinarios/2012-13/niceto_luque_sola/index