

FIVE QUESTIONS CON DR. SALVADOR SOSA

Machine Learning: una herramienta para mejorar aceleradores

Machine Learning (**ML**) es una rama de Inteligencia Artificial (**IA**) que consiste en busca y “aprender” correlaciones en datos conocidos de tal forma que el algoritmo pueda responder de manera óptima cuando procesa datos nuevos que no ha visto previamente. Los aceleradores de partículas son maquinas complejas con muchos componentes operando independientemente (sistemas de vacío, de radiofrecuencia, magnetos, etc.), por lo que son sistemas ideales para operar con controladores guiados por datos [1,2]. El control asistido por **IA** tiene el potencial de incrementar el rendimiento y reducir costos de operación de un acelerador.

¿Te puedes presentar?

Mi nombre es *Salvador Sosa Güitrón*, estude la licenciatura en Física en la BUAP y el doctorado en Old Dominion University, en Virginia, EE. UU. Mi investigación doctoral la lleve a cabo en Jefferson Laboratory, un laboratorio de investigación nuclear con un acelerador superconductor de electrones, este fue un gran lugar para aprender sobre ciencia y tecnología de aceleradores y colaborar con expertos reconocidos mundialmente en el tema. Ahora tengo un doctorado en física de aceleradores y trabajo como Posdoctorado en la Universidad de Nuevo México en Albuquerque.

¿Puedes contarnos sobre tu instituto y tu tema de investigación?

Desarrollo investigación en el departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación de la Universidad de Nuevo México. Mi tema de trabajo es en controladores avanzados para aceleradores de partículas: en concreto la aplicación de **ML** e **IA** para control optimizado de aceleradores de partículas y sus componentes auxiliares.

Nuestro grupo de investigación tiene una colaboración con la empresa Ion Linac Systems en Albuquerque, que busca comercializar aceleradores lineales de protones compactos, de baja energía y alta intensidad para terapia de cáncer basada en captura de neutrones de Boro (BNC en inglés). En esta terapia, las



Figure 1. Dr. Salvador Sosa en Kasha-Katuwe Tent Rocks National Monument, New Mexico.

células cancerígenas se marcan con Boro, el paciente es irradiado con un haz de neutrones. Los neutrones no interactúan con células sanas. El proceso nuclear de BNC libera partículas alfa, las cuales decaen en un rango de micrómetros, depositando toda su energía dentro de las células cancerígenas; De esta forma, BNC es una terapia bastante localizada que virtualmente anula efectos dañinos al tejido sano.

Mi objetivo es desarrollar e implementar controladores avanzados basados en **ML** e **IA** para este Linac médico con el objetivo de maximizar el número de protones producidos e incrementar la eficiencia de la máquina, esto resultará en reducción de costos de operación haciendo la máquina más accesible para hospitales e institutos médicos. Mi trabajo actual consiste en hacer simulaciones de la operación de la máquina [3] usando THETA, una supercomputadora del Departamento de Energía, para generar suficientes datos para entrenar un controlador con **ML**.

¿Por qué elegiste este tema de investigación?

Después que termine mi doctorado, quería aprender más sobre **IA** ya que tiene un rango muy amplio de aplicaciones y en general es muy popular en la actualidad. Pienso que es una herramienta importante que te permite ser más competitivo en el mercado laboral. Fui afortunado al encontrar un grupo de investigación que busca aplicar **IA** a los aceleradores de partículas, esto me permite aprender **IA** al tiempo que puedo continuar trabajando con aceleradores de partículas, las máquinas y el tema que me apasiona.

Actualmente, ¿cuál es el mayor reto que has encontrado en tu trabajo?

La **IA** se basa en una gran cantidad de datos. El reto más grande de mi proyecto actualmente es adaptar aceleradores para operación basada en datos. De la misma forma que los vehículos autónomos requieren cámaras y sensores que les permitan procesar información (datos) sobre su alrededor para poder tomar decisiones concretas. La mayoría de los aceleradores no cuentan con sistemas de diagnóstico y de adquisición de datos apropiados que permitan entender y archivar el estado del acelerador a cualquier tiempo; en contraste, las estaciones experimentales suelen estar bien equipadas en este sentido. Por esta razón, y con datos experimentales limitados, una forma de producir datos sobre el estado del acelerador es por medio de simulaciones complejas utilizando software para resolver los campos electromagnéticos y la dinámica del haz de partículas.

¿Cuál piensas que sea el futuro de tu área de investigación?

Numerosas aplicaciones recientes de **IA** para el control de aceleradores de partículas [4] han mostrado resultados prometedores. Por mencionar algunos: reducción de la emitancia del haz del sincrotrón Advanced Light Source para producir fotones con características de mayor calidad [5]; predicción de fallas en las

cavidades superconductoras de Jefferson Lab, resultando en tomas de datos mas largas para los experimentos; controles avanzados para terapia con protones, reduciendo costos y facilitando la operación. Pienso que la **IA** es una herramienta relativamente nueva para el control de aceleradores que ha mostrado numerosos avances en el área, **IA** para aceleradores ha ganado mucha atención y popularidad en años recientes y podemos esperar que esta tendencia siga creciendo, particularmente en aceleradores nuevos que están siendo diseñados para operar asistidos por **IA**.

[1] S.G Biedron, “Adding data science and more intelligence to our accelerator toolbox” in Proc. of IPAC 2019, TUZPLM1. Melbourne, Australia.

[2] A. Edelen, et al. “Opportunities in Machine Learning for Particle Accelerators”, arXiv:1811.03172 (<https://arxiv.org/abs/1811.03172>).

[3] S.J. Smith, et al. “3D Electromagnetic-PIC simulations for a novel RFQ/RFI Linac design” in Proc. of IPAC 2019, MOPTS118, Melbourne, Australia.

[4] <https://www.symmetrymagazine.org/article/the-future-of-particle-accelerators-may-be-autonomous?fbclid=IwAR1LEB0gmEEj8FmM6r0zqIDmg-p5vFFnBDZwkewCITObRLR9H1Orw6PyQhE>

[5] https://newscenter.lbl.gov/2019/11/08/machine-learning-enhances-light-beam-performance-at-the-advanced-light-source/?fbclid=IwAR2xIM5Cze9Euk_SQ0xHTC5oBv0sI9Y1S0fFiZNeQDv06I7CB2IyYTpYWUo