

Aprendizaje Automático en Gravedad: Investigación, Educación y Producción inteligente

Objetivo del proyecto

Instrumentos que ya están operativos o en construcción, gestionados por colaboraciones internacionales como GRAVITY, el Event Horizon Telescope, el satélite Euclid o el Einstein Telescope están revolucionando y ampliarán nuestra comprensión de la Gravitación. En esta propuesta describimos el desarrollo de observables para verificar la teoría General de la Relatividad en el límite de campos intensos, para clarificar la naturaleza de la materia oscura con observaciones en el centro de la Galaxia y esclarecer los procesos físicos que determinaron la formación de galaxias. Estos observables habrán de ser contrastados con los datos obtenidos por los instrumentos antes indicados. Nuestra propuesta requiere la aplicación de técnicas estadísticas y herramientas computacionales, como el aprendizaje automático, con aplicaciones al procesado de imágenes. Nuestros resultados son interesantes para compañías que trabajan en el análisis de datos astronómicos y en la elaboración de materiales para la educación y divulgación. Nuestro trabajo preparará a nuestros estudiantes para actividades profesionales en el área de las nuevas tecnologías para la emergente economía digital.

Participantes del proyecto

Universidad de Salamanca, www.usal.es

SCAYLE, Supercomputación Castilla y León (España), www.scayle.es

- N-Body simulation de modelos de materia oscura;
- generación de catálogos de ondas gravitacionales y siguiente análisis.

Ejecución: 2024 al 2028.

Financiación del proyecto

Programa de apoyo a proyectos de investigación en ciencia aplicada, cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (2024) - Junta de Castilla y León.

Funciones de SCAYLE

El trabajo incluye la ejecución de código propios en las fases de *Development/Test* y producción de resultados que serán luego enviados a revistas científicas para su publicación. Para esos códigos necesitamos alta capacidad de paralelización: *Parallel (shared memory)*, *Parallel (distributed memory)*; para lenguajes de programación: C, C++, *Fortran*, y *Python*.

Las técnicas numéricas contempladas inicialmente son:

- integraciones numéricas de trayectoria de partículas,
- inferencia estadística Bayesiana de tipo Monte Carlo basada en Cadenas de *Markov*,

Líder del proyecto

Universidad de Salamanca, fundada en 1218, es la más antigua de España y un referente histórico y académico del mundo hispano. Con unos 30 000 estudiantes y 26 facultades distribuidas en nueve campus, combina un gran patrimonio cultural con una sólida proyección investigadora. Para 2025/26 ha matriculado 5.665 nuevos alumnos y cuenta con más de 22.600 estudiantes de grado. En rankings internacionales, figura en el puesto 526 del QS 2026 y entre el top 100 mundial en Filología, Historia Antigua y Lenguas Modernas. En el Ranking de Shanghai se sitúa en la banda 501-600 y está entre las mejores de España en sostenibilidad (top 5 nacional). Destaca por su fuerte actividad de I+D, con 12 ayudas ERC por 16,8 M € en los últimos 12 años, casi 12 M € obtenidos en Horizonte Europa en el periodo 2021-2027. Su campus histórico, su biblioteca y "El Cielo de Salamanca" la consolidan como símbolo de tradición y excelencia académica.

Justificación del proyecto

Respecto al impacto/aplicación de nuestro trabajo al entorno social y económico en nuestra comunidad, en el proyecto proponemos desarrollar métodos de análisis de imágenes y aprendizaje automático para el análisis de observaciones que han resultado de gran interés para empresas. Nuestras investigaciones contribuirán a la formación de capital humano en ciencia, innovación y TIC. Estudiantes de doctorado e investigadores adquirirán competencias digitales tales como técnicas de minería y analítica avanzada de datos, computación en la nube, desarrollo de códigos de aprendizaje automático y trabajarán con grandes equipos informáticos. El proyecto se desarrollará en un entorno internacional de gran prestigio, que es necesario formar personal cualificado en las técnicas antes descritas para poder promover la creación de empresas en el sector de las TIC en la comunidad. Las competencias que se adquieren al realizar un trabajo del nivel que se describe en esta propuesta son fundamentales para poder desarrollar una futura labor empresarial en este

campo. La formación de profesionales con amplios conocimientos en nuevas tecnologías contribuirá a la incorporación estrategias de producción inteligente en Castilla y León. Los conocimientos recibidos les permitirá desarrollar ideas empresariales si así lo decidiesen. Las nuevas tecnologías facilitan el trabajo remoto, lo que puede redundar en el establecimiento de población en las áreas rurales y despobladas de la comunidad. Finalmente reseñar que la participación en colaboraciones internacionales resulta en una producción científica de gran impacto que redunde en la mejora de los índices de la calidad de la Universidad de Salamanca y por ende, en el prestigio de la institución y en su capacidad de atracción de talento a Castilla y León. Nuestro grupo ya ha participado en la Colaboración Planck y como resultado de esta colaboración, miembros de la UIC están entre los investigadores de la USAL con mayor número de citas.



Referencia: SA097P24