

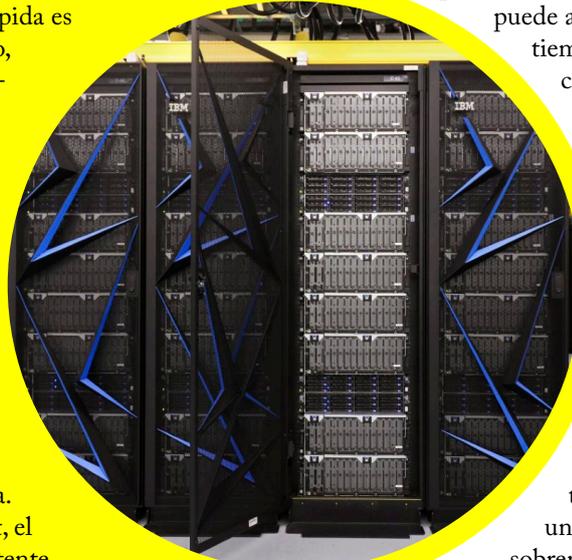
ORDENADORES CON SUPER PODERES

Cristina López Albarrán

Los supercomputadores o sistemas HPC son máquinas capaces de procesar y calcular millones y millones de datos y almacenarlos. Su gran aportación es que permiten una velocidad de cálculo y procesamiento increíbles.



La supercomputación o HPC (del inglés High Performance Computing o Computación de Alto Rendimiento) está presente en numerosos campos de nuestra vida y sin ella sería imposible el funcionamiento de gran parte de nuestra actividad diaria. Se trata de un sector en constante cambio debido a las altas exigencias que demanda la investigación científica y la ingeniería. De hecho, ha sido fundamental para ejecutar las cargas de trabajo de simulación y análisis a gran escala requeridas por la investigación básica y, también, para el desarrollo e innovación de productos, resultando especialmente útil en situaciones en las que poder obtener resultados de manera rápida es importante. Por ejemplo, realizar predicciones climatológicas precisas y fiables, fabricar nuevos productos con materiales más resistentes y flexibles, predecir el impacto del ser humano en el medio ambiente o, algo muy de actualidad, luchar contra el Covid-19 y ayudarnos a encontrar más rápidamente una vacuna. En este campo, Summit, el superordenador más potente del mundo, desarrollado por IBM, ha conseguido simular 8.000 compuestos e identificar 77 moléculas que podrían tener potencial para dañar al virus. Asimismo, desde la multinacional también se ha ayudado a impulsar la creación del Covid-19 High Performance



Computing Consortium, una alianza entre multitud de organizaciones, públicas y privadas, que busca conectar a los ordenadores más potentes del mundo y agrupar una capacidad de cálculo sin precedentes para combatir la pandemia.

Pero, ¿qué se entiende por ella? “Los superordenadores son aceleradores del conocimiento”, define al respecto **Juan de Zuriarrain, experto en supercomputación de IBM**. Gracias a su enorme capacidad de computación, estos ordenadores de alto rendimiento permiten resolver problemas muy complejos que los equipos “convencionales” no son capaces de abordar, o tardarían mucho tiempo en hacerlo. Esto es especialmente útil

para los investigadores, ya que les puede ayudar a reducir los

tiempos de sus descubrimientos. Para

lograr esta gran potencia, los superordenadores están basados

en HPC o informática de alto rendimiento,

es decir, la capacidad de procesar datos y

realizar cálculos complejos a altas velocidades. “Para ponerlo en

perspectiva, ejemplifica

Jaime Balaña, director técnico de NetApp España,

un portátil o un ordenador de sobremesa con un procesador de

3 GHz puede realizar alrededor de

3.000 millones de cálculos por segundo. Si

bien eso es mucho más rápido de lo que cualquier humano puede lograr, palidece en comparación

con las soluciones HPC que pueden realizar miles de millones de cálculos por segundo”. Uno de



Computación cuántica

Se trata de una tecnología en fase de desarrollo que supone un paradigma de computación diferente a la informática “clásica” que conocemos. Tal y como explica Alberto Martín, de laaS365, en la informática clásica, la unidad básica de información es el bit, el cual puede tener solo 2 estados posibles, 1 ó 0. Juntando n bits podemos representar números y operar sobre esos números, pero con limitaciones: sólo podemos representar hasta 2^n estados distintos, y si queremos cambiar x bits tenemos que realizar al menos x operaciones sobre ellos: no hay forma de cambiarlos mágicamente sin tocarlos. Lo que permite la computación cuántica con la superposición y el entrelazamiento de estados (propiedades de la física cuántica) es reducir esas limitaciones: con la superposición podemos almacenar muchos más que sólo 2^n estados con n bits cuánticos (qubits), y el entrelazamiento mantiene fijas ciertas relaciones entre qubits de tal forma que las operaciones en un qubit afectan forzosamente al resto. El resultado, una computación mucho más rápida y eficiente. “Aunque hay avances, la computación cuántica no se está aplicando todavía mucho al mundo real. Se encuentra con dos grandes barreras. Por un lado, que los algoritmos y códigos para ordenadores clásicos no se podrían usar en ordenadores cuánticos y obtener una mejora en velocidad, lo que supondría cambiar todo el parque de ordenadores a nivel mundial, cosa poco probable. Y, por otro lado, el principal problema al que se enfrenta la computación cuántica es construir los ordenadores. Comparado con un ordenador normal, un ordenador cuántico es una máquina extremadamente compleja”, indica.

Juan de Zuriarrain, de IBM, coincide en que todavía no es una tecnología madura, “pero se está avanzando mucho en este campo, especialmente desde IBM: estamos trabajado con computación cuántica desde los años 70, primero en la base teórica y, posteriormente, en el ámbito experimental”.

“Este es un campo muy activo con cientos de inicios y jugadores importantes. Lo que se necesita son motores de computación de propósito especial - aceleradores - que sean capaces de resolver tareas de computación específicas de órdenes de magnitud más rápidos usando mucha menos energía. Incluso se puede pensar en la computación cuántica como una especie de acelerador para tareas de tipo cuántico”, matiza Adriano Galano, de HPE. Alude a la Computación Basada en la Memoria como la arquitectura perfecta para aprovechar las ventajas de los aceleradores, “¡incluyendo los cuánticos!” La arquitectura de computación convencional dificulta mucho la incorporación de nuevas tecnologías: sólo pueden conectarse a través de un PCIe lento y están ligados a CPU específicas y dependen de la CPU para alimentar los datos y aceptar los resultados. La arquitectura simple y abierta de la Computación Basada en Memoria reduce la barrera de la innovación. Cualquier elemento de computación puede hablar con cualquier otro, incluso directamente con la memoria, a la mayor velocidad posible.

En Fujitsu cuentan con el Digital Annealer. Con un diseño de circuito digital y bajo una arquitectura computacional, este sistema, presentado en 2019, es capaz de resolver problemas de optimización geométrica 10.000 veces más rápido que cualquier tecnología digital actual.

“La computación cuántica permite resolver en segundos problemas que los ordenadores tradicionales tardarían miles de millones de años”

los tipos más conocidos de soluciones HPC es la supercomputadora. Esta contiene miles de nodos de cómputo que trabajan juntos para completar una o más tareas. Esto se llama procesamiento paralelo. Es similar a tener miles de PC conectadas en red, combinando potencia de cómputo para completar tareas más rápido.

De acuerdo con **José Camacho, director de Supercomputación y Computación Cuántica de Atos en Iberia**: “la supercomputación es una herramienta fundamental para resolver problemas complejos de una amplia variedad de áreas de actividad, que van desde el clima, la biología



CPD tradicionales: no aptos

¿Están los data center tradicionales preparados para la supercomputación? Jordi Caubet, experto en supercomputación en IBM, expone que, hasta la fecha, los centros de datos tradicionales disponen de entornos de redes basadas en IP para la comunicación de los equipos, y no suelen ser redes válidas para casi la mayoría de aplicaciones en supercomputación. La supercomputación se basa en múltiples sistemas coordinados para resolver un problema, y esa coordinación se sustenta en intercambio de datos a alto rendimiento y muy baja latencia, en base a una gran cantidad de mensajes. Si ese intercambio entre miles de servidores es lento, el tiempo para resolver los problemas se alarga, y convierte a la supercomputación en una herramienta no válida. “Por este motivo, los entornos de red de supercomputación disponen de redes específicas de muy baja latencia, donde la red no pierde datos para evitar retransmisiones, y su protocolo permite intercambio de datos de memoria a memoria entre nodos (RDMA - Remote Direct Memory Access)”, argumenta. No obstante, “los mecanismos de red utilizados en la supercomputación se van trasladando al mundo de los centros de datos tradicionales”, detalla. Empiezan a incorporar redes por IP usando intercambio de datos de memoria a memoria, conocido como redes RoCE (RDMA over Converged Ethernet), para aumentar el rendimiento de los servicios que ofrecen. “La previsión es que dicha mejora acerque la supercomputación a los centros de datos tradicionales sin la

“IBM Summit se considera el superordenador más potente del mundo”

necesidad de disponer de entornos de red especialmente diseñados y mejorando las redes actualmente existentes”.

Desde IaaS365 remarcan: “Es fundamental en los despliegues de supercomputación la comunicación entre los nodos, por lo que juegan un papel muy importante tanto la baja latencia como el ancho de banda. Habitualmente los CPD tradicionales no disponen de equipos de comunicaciones que cumplan estas premisas”. Y especifica Alberto Martín: “Los entornos HPC suelen requerir equipos de comunicaciones non-blocking sobre tecnología Infiniband distribuidos en arquitectura Leaf-Spine”. En su opinión, las empresas se han mantenido al margen en este tipo de inversiones y sus necesidades en el data center se cubren con otras tecnologías innovadoras. “La vertiginosa importancia adquirida por la IA y soluciones de big data analytics y el machine learning ha hecho que las necesidades de las compañías hayan cambiado en los últimos años de manera radical, prestando mayor atención al tratamiento del dato para extraer su valor real y para ayudar a sus negocios a crecer, y cada vez se hace más necesario que la supercomputación, hasta ahora accesible para unos pocos, se democratice y se encuentre al alcance de la mano de muchos más”.

Del mismo modo, el portavoz de HPE clarifica que los sistemas de supercomputación e IA requieren redes de interconexión sofisticadas, pues uno de los objetivos es que el cómputo se pueda paralelizar entre muchas máquinas y para ello, la red es un elemento primordial.

y la industria, hasta la seguridad nacional. Por ello, podríamos definirla como el uso optimizado de servidores, en sus diferentes configuraciones, redes de interconexión y almacenamiento junto con el software básico asociado, herramientas específicas de gestión y aplicaciones finalistas para propósitos científicos, ingeniería y/o analítica que requieren el uso intensivo de capacidades de cómputo, memoria y/o gestión de datos; con independencia del modelo de uso”.

Velocidades y rendimiento de cálculo

Para medir el rendimiento de cálculo de estos sistemas contamos con diversos instrumentos. En primer lugar, es habitual hablar en términos flops (del inglés floating point operations per second o miles de millones de instrucciones de coma flotante por segundo, o sea número de operaciones decimales por segundo que realizan) y en función de esta métrica se define el ranking de supercomputadores más potentes del mundo (TOP500).

Pero no es la única. Existe otra que mide la

eficiencia por vatio y que se traduce en el listado de los superordenadores más eficientes del mundo (GREEN500), y otra, el GRA-PH500, que presenta el ranking de los equipos que ejecutan de forma más eficiente las aplicaciones para las que fueron diseñados.

Sobre estos datos, **Patricia Pozuelo, directora de Tecnología de Intel España**, manifiesta que el año pasado los superordenadores más rápidos funcionaban en aproximadamente más de 148 petaflops (un petaflop, en la jerga de la computación, significa que realizan más de 1000 billones de operaciones por segundo).

En 2020 y los dos próximos ejercicios, asistiremos a la carrera por conseguir supercomputado-



Más que ciencia

Los entornos que tradicionalmente vienen demandando supercomputación siempre han sido los científicos: investigadores, ingenieros e instituciones médicas y académicas. Por lo general, la supercomputación suele emplearse para cuestiones relacionadas con sanidad o el desarrollo de medicamentos, pero también tiene otras utilidades, sobre todo relativas a la investigación aplicada en múltiples dominios, como la predicción de grandes desastres naturales. Calcular el genoma humano, desarrollar cálculos de problemas físicos dejando un margen de error muy bajo, etc. Y es que, la computación de altas prestaciones puede ayudar a diseñar nuevos productos, optimizar los procesos de fabricación y entrega, resolver los problemas de producción, extraer datos y simular procesos con el fin de ser más competitivos, rentables y ecológicos. En este contexto, encuentra su caldo de cultivo en la gestión de smart cities o Industria 4.0. En definitiva, entornos que manejan un volumen muy vasto de datos. No en vano, para muchos propósitos, como transmitir un evento deportivo en vivo, rastrear una tormenta en desarrollo, probar nuevos productos o analizar tendencias, la capacidad de procesar datos en tiempo real es crucial.

res capaces de procesar más de 1018 operaciones decimales por segundo (lo que se conoce como Exaflop), esto es, casi siete veces más que el más potente en operación actualmente. Esto pretende ofrecer a sus propietarios una ventaja competitiva científica y tecnológica. Evidentemente, estas magnitudes no están al alcance de cualquiera y esta competición está soportada por programas nacionales de ciencia e innovación que existen en Estados Unidos, China, Japón y Europa.

Según **Adriano Galano, AI y HPC Sales Specialist para el Sur de Europa, Hewlett Packard Enterprise**, “la era de la exascale en HPC, sistemas capaces de escalar a más de 1 Exaflop de rendimiento, o lo que es lo mismo un cuatrillón de operaciones matemáticas por segundo (10 elevado a la 18), se centra en lo que significará para las empresas, que están necesitadas de más potencia de computación para ejecutar las cargas de trabajo de IA y alto rendimiento y gestionar y analizar las enormes



“El lado oscuro de estos superordenadores es el alto consumo de energía que precisan para su correcto funcionamiento”

cantidades de datos que se están generando”.

Fujitsu, por ejemplo, cuenta con el mayor supercomputador de Japón, Fugaku, diseñado para la mayor institución nacional de ciencia del país, RIKEN. Está compuesto por más de 150.000 procesadores ARM de alto rendimiento desarrollados por la compañía y conectados entre sí a través de una red de alta velocidad y muy baja latencia. Como explica **Juan Antonio García Carrasco, responsable de desarrollo de negocio de Supercomputación e IA de Fujitsu España**, entrará en funcionamiento a principios de 2021 y se espera que ofrezca un rendimiento muy próximo al Exaflop. “Nosotros hemos conseguido situarlo en el número 1 de la lista GREEN500, situándolo como la tecnología de supercomputación más eficiente del mundo, con un valor de eficiencia de 16,8 Giga-FLOPS por vatio”, puntualiza.

SOS: alto consumo energético

El lado oscuro de estos sistemas es el alto consumo energético que tienen. A mayor rendimiento, mayor consumo de energía. Y es que, como menciona el portavoz de Atos: “la optimización del

consumo de energía y la asociada reducción de emisiones de CO2 contaminantes ha colocado a la supercomputación tanto en lado de la vanguardia de la investigación asociada para mejorar la eficiencia energética, como en el lado de los causantes del problema y fiel a su carácter dinámico e innovador no podía quedarse al margen o mantener una actitud reactiva". En otras palabras, en el HPC está, a la vez, el problema y la solución. La industria TIC empieza a ser consciente de este doble dilema y se están llevando a cabo iniciativas para paliar su efecto en el medioambiente. La aparición del concepto Green IT catalizó los esfuerzos del sector tecnológico por convertirse en una ecoindustria de forma que el imperativo medioambiental ha llegado a ser uno de los ejes de innovación más importantes en él.

Esta preocupación se refleja en la famosa Lista Green500 que se lanzó en noviembre de 2007 (clasifica a los superordenadores en función de su eficiencia energética: flops/watt); y también en la toma de decisiones a la hora de elegir un sistema: junto con la capacidad de cálculo y las latencias máximas permitidas, la energía necesaria para su correcto funciona-



miento a lo largo de su vida útil se impone como requisito relevante. Es habitual encontrarse con requisitos de PUE mínimos, especialmente en España en el que el coste de la energía está por encima de la media europea.

“La demanda creciente de capacidad de cálculo en el mínimo espacio posible ha llevado a la supercomputación a muy altas tasas de consolidación de componentes, disminuyendo las necesidades de consumo energético para iguales frecuencias de funcionamiento. En este sentido, la mejora en los procesos de fabricación ha sido patente”, sostiene el directivo. E igualmente menciona la implantación de soluciones dirigidas a la reducción del consumo eléctrico como racks con puertas refrigeradas (por agua o gas), servidores enfriados a nivel de componente con soluciones tipo “Direct Liquid Cooling” (DLC) o la refrigeración por inmersión han supuesto disminuciones importantes en el consumo energético global de un superordenador instalado en un data center (existe la hipótesis de que 1w ahorrado a nivel de servidor, supone un ahorro total de 2,84 w a nivel DC)”, dice.

Igualmente, **Alberto Martín, director de Consultoría IT de IaaS365**, sugiere que el gran reto de las compañías va a ser, sin duda, conseguir una supercomputación eficiente y responsable con el medio ambiente. “En un contexto marcado por el incremento del precio de la energía y las políticas de protección del medio ambiente, se acepta que el consumo sostenible de los futuros supercomputadores debe ser de 1 a 20 MW y, en ningún caso, sobrepasarlo”. Así, hay iniciativas que se centran en la investigación de diseño de nuevo hardware, mejoras en la tecnología de alimentación y refrigeración y en software de gestión del consumo para mejorar la eficiencia energética. Entre estas iniciativas destaca la refrigeración líquida (aceite y agua), que supone un ahorro del 45% de energía respecto de la refrigeración tradicional por aire.

Otro avance en este terreno es el empleo de la IA y ML para automatizar y optimizar la eficiencia operativa, mejorando la disponibilidad y el uso de energía en los centros de datos en la era de la exaescala.

IA y otros avances

La supercomputación es un mercado que está al alza, amparado en el imparable aumento de datos y en la necesidad de las empresas de conocer más y mejor acerca de sus respectivos clientes. Las

Tendencias en supercomputación

- Aparición de nuevas tecnologías de procesador con arquitectura.
- Aparición de arquitecturas híbridas.
- Primeras (próximas) instalaciones de sistemas Exascale (1018 Ptflops).
- Aparición de nuevos proveedores HPC, no especialistas, en la nube.
- Irrupción de la computación cuántica.

Fuente: Atos

- La convergencia de las cargas de trabajo de supercomputación/ HPC, IA y analítica de grandes volúmenes de datos.
- La explosión en las nuevas tecnologías de cómputo y datos (CPU, GPU, FPGA, ASIC, nuevos tipos de memorias, etc).
- Software de modelización cada vez más maduro e integrado.
- La computación en el extremo, la analítica de datos en cada punto desde donde el dato es generado hasta los grandes supercomputadores donde pueden realizarse datos masivos.
- Mayor flexibilidad.
- Sistemas de eficiencia energética cada vez más avanzados.
- Métodos innovadores y no convencionales en el futuro: computación cuántica, bio-inspirada, neuromórfica, fotónica, pero todos ellos deben madurar en el futuro antes de una adopción generalizada.

Fuente: HPE



“La supercomputación va a empezar a tener un crecimiento exponencial de implantación en las empresas”

aplicaciones de estas arquitecturas has pasado de estar limitadas al ámbito científico y de la investigación, a ser requerida por las compañías para contar con plataformas de IA y BI. “Los próximos años son clave en este tsunami de datos”, declara Alberto Martín de IaaS365. La llegada del 5G, un tráfico IP muy por encima del estimado y un crecimiento de los dispositivos conectados, unido a los avances en los automóviles autónomos, robótica e IA, va a producir enormes cantidades de datos que habrá que almacenar y analizar. Por lo que, “la supercomputación va a empezar a tener un crecimiento exponencial de implantación en las empresas”.

En este sentido, uno de los avances más destacados en el sector es la Inteligencia Artificial. “Estamos asistiendo, por la evolución de la IA en la rama de Deep Learning, a la convergencia con la supercomputación, dado que la primera demanda grandes recursos de computación. Lo que estamos viendo es cómo ciertas técnicas de IA se están incorporando a los algoritmos tradicionales de simulación, empleados en la supercomputación, para dar lugar a modelos más fiables y predicciones más precisas”, detalla **Juan Antonio García Carrasco, de Fujitsu**. “Esta convergencia entre la IA y el HPC está impulsando cambios en el diseño de semiconductores, que ha dado lugar a la aparición de múltiples procesadores de dominio específico, o aceleradores, que permiten multiplicar la potencia de supercomputadores para determinadas cargas de trabajo”, subraya.

“La cantidad de datos que generamos y movemos al día es tan masiva que necesitamos buenos sistemas de comunicación para poder mover los datos, necesitamos tecnologías disruptivas de almacenamiento para almacenar el dato de una manera eficiente y duradera y necesitamos poder procesar todo tipo de datos de manera que podamos analizar y generar motores de Inteligencia Artificial que nos ayuden a tomar mejores decisiones y predicciones”, apostilla la directiva de Intel. “Y, efectivamente, la línea de avances y conexión entre HPC e IA es cada vez más próxima. Ya que entrenar modelos de Inteligencia Artificial requiere de mucha capacidad de computación en paralelo y alto rendimiento que son los requisitos fundamentales de un buen sistema de HPC”.

Desde NetApp consideran que los avances en computación se van incorporando en los sistemas HPC, así, es ya muy común el uso de GPU para el procesamiento en paralelo y se está ya empezando a utilizar la computación cuántica que, a pesar de



1018

operaciones decimales por segundo (Exaflop), es la cifra a la que aspiran llegar estos sistemas

no utilizar velocidades de reloj más rápidas que la computación tradicional es muchísimo más rápida a la hora de resolver ciertos problemas (sobre todo en las áreas de ciberseguridad y criptomoneda) gracias a su capacidad para procesar conjuntos de datos mucho más grandes. También se están produciendo avances en los sistemas de ficheros paralelos que son la base de los entornos de supercomputación por sus características de escalabilidad.

Junto a ellos, otra tendencia apreciable es la necesidad cada vez más habitual de utilizar estos mismos datos para un análisis adicional basado en algoritmos de Machine Learning o Deep Learning. Acercar los datos a estas nuevas aplicaciones es uno de los grandes retos. Muchas de estas soluciones se despliegan sobre infraestructuras en cloud, que obligan a las empresas a tener una estrategia de cloud híbrido en la que la gestión, la protección y la movilidad de esos datos es crucial. El otro reto importante es conseguir en el cloud el rendimiento necesario para estos entornos, por lo que resulta imprescindible contar en el proveedor cloud con servicios de datos de alto rendimiento y escalabilidad. ●



When **energy** matters



MASTERYS GP4
SAI de 10 a 160 kVA/kW

La 4ª generación de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida se une al mundo digital

- Rendimiento inigualable y certificado.
- Diseñado para ser fiable, el MTBF supera los estándares del mercado.
- Nuevo modelo MASTERYS GP4 RK: protección a medida para Edge computing.
- eWIRE: aplicación móvil para la instalación y puesta en marcha asistida.



bit.ly/masterys-range-es