

Il supercomputer ibrido più efficiente al mondo è in Italia

Al Cineca, il polo di supercalcolo nazionale, ha preso il via la sperimentazione di Eurora.



Il Cineca è il più importante centro calcolo italiano e figura al nono posto nella classifica dedicata ai 500 supercomputer più potenti al mondo (www.top500.org). Al consorzio senza scopo di lucro, che offre un'infrastruttura tecnologica per la ricerca pubblica e privata, partecipano 54 Università italiane, il Cnr (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*), l'Istituto di Oceanografia e il Miur (*Ministero dell'Università e della Ricerca*).

Il supercalcolatore di punta presente al Cineca – chiamato Fermi e basato sull'architettura Blue Gene di Ibm – è capace di una potenza di picco pari a 2 petaFlops. Nel progetto di sviluppo verso soluzioni exascale, cioè con capacità di calcolo di tre ordini di grandezza superiori a quelle di classe

petascale, si inserisce Eurora (*European many integrated core architecture*), un prototipo di supercomputer ibrido nato dalla collaborazione del Cineca con Nvidia e l'azienda italiana Eurotech.

Obiettivo exascale

La strada per realizzare supercalcolatori capaci di una potenza di elaborazione sempre più elevate presenta problematiche e vincoli che impongono l'utilizzo delle tecnologie più moderne. L'innovazione tecnologica deve porsi tra gli obiettivi primari quello di incrementare il rapporto tra la potenza di calcolo e il consumo, perché solo in questo modo sarà possibile aggiornare le infrastrutture esistenti con un doppio risultato: avere una maggiore

potenza di calcolo mantenendo pressoché invariato il consumo complessivo e la superficie di dislocamento.

Vediamo di rendere più chiara la cosa con qualche numero e prendendo come esempio il primo supercalcolatore al mondo. Titan, installato all'Oak Ridge National Laboratory, ha fatto segnare una potenza di calcolo pari a 17,59 petaFlops nel benchmark Linpack; il suo predecessore, Jaguar, aveva una potenza di elaborazione pari a 2,3 petaFlopss, consumava circa 7 megawatt. Per ottenere le prestazioni offerte da Titan con la tecnologia impiegata da Jaguar sarebbe stato necessario utilizzare uno spazio di dislocamento pari a quasi 10 volte quello di partenza e disporre di circa 60 megawatt di potenza.

Grazie all'evoluzione delle architetture di calcolo e al loro utilizzo in modo ibrido – Cpu classiche affiancate alle più moderne Gpu – è stato possibile decuplicare la potenza di elaborazione, rispettando i vincoli di spazio e consumo. Per quanto riguarda l'installazione di Eurora presso il Cineca il vincolo energetico è stato quello di rimanere all'intero di 1 megawatt di consumo complessivo, ovvero pari a quanto consumato oggi dal supercomputer Fermi.

Eurora

Il percorso per portare alla luce l'idea del progetto Eurora ha richiesto circa un anno e mezzo per la ricerca, lo sviluppo e l'approvazione da parte del Prace (*Partnership for Advanced Computing in Europe*), ovvero

l'ente che ha come obiettivo quello di fornire strumenti di ricerca per il settore scientifico e privato in ambito europeo.

Il supercalcolatore Eurora utilizza 64 nodi di calcolo, ciascuno dei quali è raffreddato da un sistema a liquido "caldo" realizzato da Eurotech. Uno dei

LE BASI DEL CALCOLO IBRIDO

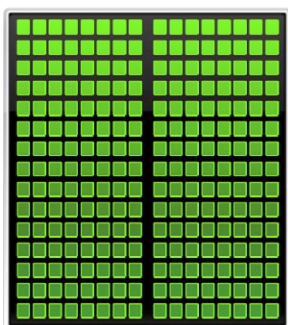
CPU

Ottimizzata per task seriali

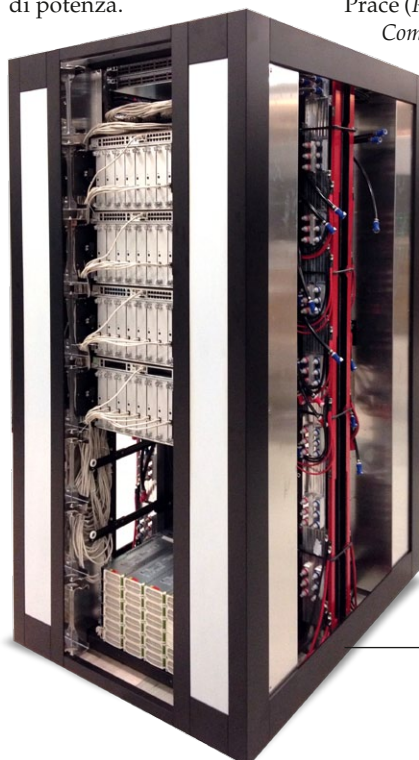


Acceleratore GPU

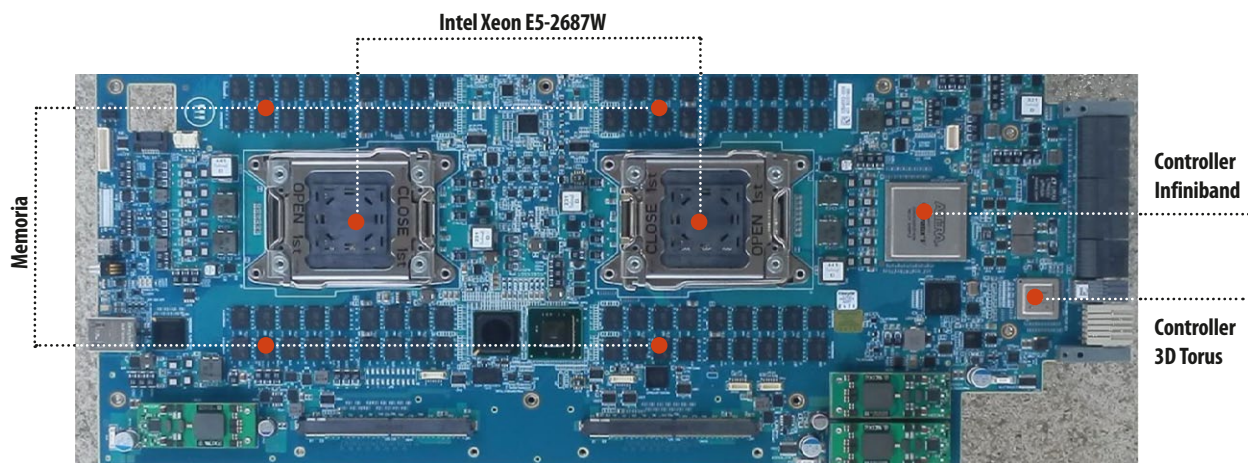
Ottimizzata per task paralleli



La formula "segreta" del calcolo ibrido è di utilizzare le Cpu e le Gpu in modo da sfruttarne le specifiche potenzialità ottimizzando l'esecuzione del codice.



Il rack di Eurora installato all'interno del centro Cineca di Bologna nella stessa sala di Fermi, l'altro calcolatore raffreddato a liquido.



requisiti previsti dal progetto del supercomputer Eurora è stato quello di utilizzare una tecnologia di raffreddamento che non richiedesse sistemi di condizionamento con l'obiettivo di ridurre il peso di questa voce nel bilancio del costo ordinario di esercizio.

La soluzione sviluppata da Eurotech permette di utilizzare liquido a temperature che possono raggiungere anche i 55 gradi centigradi. Grazie all'utilizzo di valvole e giunti aeronautici e aerospaziali, questa stessa soluzione permette inoltre di sostituire "a caldo" (hot swap) singoli nodi e, quindi, di ridurre al minimo la perdita di tempo di calcolo durante le operazioni per la manutenzione ordinaria o straordinaria.

I nodi di calcolo sono stati progettati per massimizzare l'efficienza energetica; per fare questo la maggior parte dei componenti sono saldati sulla piastra del nodo così da limitare le dispersioni elettriche e termiche. Nel dettaglio ogni nodo implementa due Cpu Intel Xeon E5-2687W, due Gpu Nvidia Tesla K20, 16 Gbyte di memoria Ddr3 a 1.600 MHz (8 Gbyte per Cpu), un disco locale Ssd da 160 Gbyte per i dati in elaborazione e i controller per le interfacce di comunicazione. I processori Intel Xeon E5-2687W, basati sull'architettura Sandy Bridge-EP, dispongono di 8 core in grado di gestire fino a 16 thread paralleli grazie alla tecnologia Hyper-Threading e sono affiancati da

una cache di terzo livello (L3) pari a 20 Mbyte; la frequenza operativa di base è pari a 3,1 GHz, mentre quella massima in modalità Turbo Boost è pari a 3,8 GHz.

Gli acceleratori Nvidia Tesla K20 utilizzano i processori GK110 basati sull'architettura Kepler e rappresentano lo stato dell'arte nel loro settore. Ciascun processore GK110 dispone di 2.496 Cuda Core, opera alla frequenza standard di 706 MHz e dispone di 5 Gbyte di memoria dedicata. Ciascun nodo comunica con il reticolo di calcolo attraverso un'interfaccia Infiniband Qdr e 3D Torus. Nella costruzione del nodo di calcolo i due processori Intel sono alloggiati in socket standard, mentre i due acceleratori Tesla risiedono su moduli separati collegati alla piastra del nodo così da poterli collocare sull'altro lato del blocco di raffreddamento. In pratica ciascun nodo è una specie di sandwich: in mezzo è presente il blocco con il circuito di ricircolo del liquido di raffreddamento, mentre sulle due facce di questo appoggiano i processori di calcolo.

Per raggiungere la massima efficienza energetica, l'hardware presente all'intero di Eurora è configurato per operare a frequenze differenti da quelle previste dalle specifiche dei produttori. I processori Xeon lavorano infatti a una frequenza di 1,7 GHz perché con questa impostazione è stato possibile raggiungere il migliore

rapporto tra potenza di calcolo e watt consumati. In particolare Eurora vanta un rapporto pari a 3,15 tra gigaFlops e watt assorbiti, un valore migliore di quasi il 30% rispetto al rapporto di 2,5 che fa segnare oggi il supercomputer in testa alla classifica Green 500 (www.green500.org).

Il risultato ottenuto con Eurora e più in generale dai supercomputer con architetture ibride è quello di offrire una potenza di calcolo estremamente efficiente e un'architettura che permette di sviluppare codice di elaborazione altamente parallelizzato sia tra più nodi,

ma soprattutto tra centinaia di core elementari all'intero di un singolo processore.

La ricerca e lo sviluppo che hanno portato alla costruzione di Eurora sono la base per i sistemi Aurora Tigon, prodotti e commercializzati dalla stessa Eurotech. Grazie a questi nuovi supercalcolatori raffreddati a liquido "caldo" sarà possibile installare centri di elaborazione di grandi dimensioni in grado di operare senza dispendiosi impianti di refrigerazione e con un'elevata efficienza anche in zone geografiche dove l'elevata temperatura ambientale comporterebbe un elevato dispendio energetico. •

