

L'Iniziativa LISA: risultati dei bandi 2010 e prospettive per il 2011

Maurizio Cremonesi

CILEA, Segrate

Abstract

Vengono delineate le caratteristiche generali e i risultati attesi dai progetti selezionati per disporre di risorse di calcolo e consulenza specialistica nell'ambito delle attività del laboratorio LISA. A supporto dei ricercatori coinvolti è stata assegnata una borsa di studio della durata di un anno.

The overall features and the expected results of the research projects selected to receive grants for the activities of the LISA initiative are summarized. A young researcher grant has been assigned for the first 12 months to give support to the LISA laboratory activities.

Keywords: Iniziativa LISA, Progetti di ricerca, Borsa di studio.

L'accordo con la Regione

Agli inizi di quest'anno la Regione Lombardia e il CILEA hanno ritenuto opportuno sostenere progetti di ricerca delle Università lombarde che necessitano di strumenti di calcolo ad alte prestazioni. Il sostegno si è concretizzato nello sviluppo del Laboratorio Interdisciplinare per la Simulazione Avanzata (LISA).

Gran parte delle risorse destinate a sostenere l'iniziativa LISA sono state investite nell'acquisizione di un numero importante di processori di generazione recente, permettendo di espandere il cluster lagrange [1] del CILEA e raggiungere una potenza computazionale confrontabile con i migliori calcolatori installati in Europa.

L'accordo con la Regione prevede inoltre attività di assistenza da parte del personale esperto del CILEA per l'utilizzo efficiente del cluster, l'installazione e l'ottimizzazione dei codici di calcolo.

L'obiettivo generale del laboratorio LISA è attivare progetti sperimentali, finalizzati a incrementare e migliorare l'attrattività e l'integrazione nazionale e internazionale del territorio lombardo, in settori avanzati della ricerca e sviluppo, allo scopo di contribuire a migliorare le eccellenze del territorio e rafforzare la capacità di produrre innovazione, tramite uno stretto raccordo con le riconosciute eccellenze regionali e nazionali che la rete del Consorzio CILEA mette a disposizione.

A questo scopo i ricercatori delle Università Consorziato con il CILEA e avente sede nella

regione Lombardia sono stati invitati a proporre, dal 10 Maggio 2010 al 10 Giugno 2010, progetti scientifici della durata di un anno, per concorrere all'assegnazione di risorse di calcolo e consulenza specialistica, senza limitazioni ad alcuna disciplina specifica.

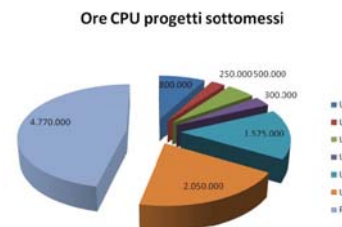


Fig. 1 – Più di 10 milioni di ore complessive sono state richieste

I criteri di valutazione dei progetti sono stati:

- necessità di calcolo ad alto parallelismo;
- modellazione grafica ad alta prestazione;
- innovazione, rilevanza scientifica;
- potenzialità applicativa e industriale.

I progetti approvati

Alla scadenza del bando sono stati sottoposti 34 progetti di ricerca, che avrebbero richiesto un quantitativo di risorse superiore a quanto previsto dall'accordo. Per questo e nonostante la qualità di ciascun progetto proposto, la Commissione Tecnica ha proceduto a selezionare 29 progetti, fino a esaurire le risorse di calcolo disponibili.

I progetti selezionati per il sostegno da parte dell'iniziativa LISA coinvolgono sette Univer-

sità lombarde, ben distribuite sul territorio: Università degli Studi di Bergamo, Università degli Studi di Brescia, Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia, Università degli Studi di Milano, Politecnico di Milano, Università degli Studi di Milano Bicocca, Università degli Studi di Pavia.

Gli abstract di questi progetti sono illustrati in un altro articolo [2] di questa rivista. Può essere interessante tuttavia esporre qualche considerazione e previsione sulle possibili ricadute dei risultati sul tessuto accademico e produttivo lombardo, distinguendo prevalentemente per settori produttivi o applicativi piuttosto che per aree di ricerca.



Fig. 2 – Tra i settori di ricerca dei progetti LISA, ingegneria e chimica assorbono buona parte delle risorse, ma anche per altre aree di ricerca sono richieste sempre più risorse di calcolo parallelo

Ambiente

Le caratteristiche idrogeologiche della Lombardia e le sollecitazioni che i trasporti e le attività produttive recano alla qualità dell'aria e in generale all'ambiente della regione rivestono grande interesse per i ricercatori lombardi. La disponibilità di algoritmi e codici di calcolo adatti sono particolarmente importanti per il successo di questo tipo di studi e richiedono grandi risorse di calcolo. Per questo diversi progetti supportati dal laboratorio LISA hanno possibili ricadute proprio sulla gestione dell'ambiente in cui viviamo e sulla qualità dell'aria e dell'acqua. Alcuni di questi focalizzano l'attenzione sullo sviluppo di algoritmi adatti ai sistemi di calcolo più avanzati, altri prevedono la parallelizzazione di codici di calcolo specifici. Gli obiettivi sono diversi e vanno dallo studio dell'impatto di differenti strategie di controllo di inquinanti quali l'ozono o gli aerosol PM10, al perfezionamento di un modello idrogeologico avente lo scopo di analizzare gli impatti dei cambiamenti climatici sulle risorse idriche della regione, all'introduzione di metodi di calcolo ad

alte prestazioni per migliorare la ricostruzione tridimensionale del sottosuolo lombardo, anche per comprendere meglio i flussi acquiferi e la diffusione di eventuali inquinanti.

Fisica quantistica e astrofisica

Approfondire le conoscenze relative alle origini proprie e della materia di cui siamo costituiti, anche risalendo alle epoche più remote di formazione del sistema solare o dell'universo è un innato desiderio di ogni persona ragionevole e un'attività che le civiltà umane compiono da millenni. Questo tipo di ricerche sembrano essere giustificate più da un bisogno innato che da previsioni di possibili ricadute applicative, che sono comunque presenti, pensando anche soltanto alle competenze matematiche e di sviluppo degli algoritmi e strumenti di calcolo e visualizzazione indotte da questo tipo di ricerche.

Le esplosioni di supernove sono eventi importanti che hanno grande influenza sull'evoluzione dei sistemi stellari e quindi del nostro sistema solare, destabilizzano i delicati equilibri delle nubi interstellari e le arricchiscono di elementi pesanti quali i metalli che costituiscono il nucleo dei pianeti. Uno dei progetti selezionati per il laboratorio LISA si propone di risolvere le principali incertezze relative alla nucleosintesi durante esplosioni di supernove di tipo SNIa. Il gruppo di ricerca proponente ha sviluppato negli anni gli strumenti per portare avanti studi teorici di nucleosintesi sulla base di modelli idrodinamici multidimensionali con metodi di calcolo unici sulla scena internazionale.

Altri progetti di ricerca studiano le caratteristiche e le interazioni tra particelle elementari con tecniche di calcolo dette di Monte Carlo. Queste permettono ad esempio di fare previsioni sull'esistenza di particelle o aggregati di particelle e sulle proprietà di stati estremi della materia.

Materiali, nanotecnologie

Diversi progetti sostenuti dall'iniziativa LISA richiedono cospicue risorse di calcolo per studiare le interazioni tra materiali a livello atomico o microscopico. Le possibili applicazioni di questi studi sono molteplici. Le interazioni tra sostanze possono coinvolgere reazioni chimiche e avere interesse nell'ambito della catalisi, dei solventi o nella riduzione degli inquinanti. Le proprietà elettriche o ferromagnetiche di piccoli aggregati atomici o film sottili possono essere impiegati per componenti elettronici a basso consumo o sensori, per esempio rilevare la presenza di gas o altre

sostanze nocive. Le proprietà meccaniche possono essere studiate per comprendere meglio fenomeni di rottura, applicabili perfino alla previsione di eventi sismici. Microsensori possono essere utilizzati per realizzare accelerometri o giroscopi di dimensioni microscopiche, da impiegare in diversi tipi di dispositivi, tra cui veicoli e telefoni cellulari.

È possibile perciò che i risultati ottenuti da alcuni progetti del laboratorio LISA possano portare tra alcuni anni a applicazioni utili per la riduzione dell'inquinamento, per realizzare dispositivi di memoria capaci e affidabili o per la prevenzione dei danni causabili da eventi sismici.

Medicina

Il medico è ancora visto dai più, se non proprio come il medico condotto di più antica memoria, come un missionario guidato sì da conoscenze specialistiche acquisite con studi intensi, ma soprattutto da doti particolari di intuizione, che ne fanno quasi un eroe. Più prosaicamente, senza nulla togliere alle capacità personali e al valore umano della professione, nella realtà il medico specialista è sempre più frequentemente un professionista, che si avvale degli strumenti più recenti che la tecnica gli mette a disposizione. In particolare negli ultimi decenni è sempre più evidente il peso che le simulazioni possono avere sul successo di una terapia o un intervento chirurgico. Queste simulazioni possono richiedere il contributo di specialisti di diverse materie scientifiche e tecniche e ingenti risorse di calcolo. Non a caso diversi progetti del laboratorio LISA riguardano studi con ricadute dirette o indirette sulla salute. Questi progetti in alcuni casi studiano con appositi algoritmi il comportamento di macromolecole o componenti cellulari, come il collagene, importante elemento strutturale del regno animale, o i microtubuli, determinanti nella duplicazione delle cellule. In altri casi gli studi sono di natura più ingegneristica e hanno applicazioni nella correzione di difetti cardiocircolatori, con la possibile realizzazione di protesi e valvole che meglio si adattano all'organismo umano in generale e al soggetto paziente in particolare. In questi casi analisi di tipo strutturale si accompagnano a simulazioni fluidodinamiche che richiedono grandi quantità di calcolo e strumenti di visualizzazione raffinati.

Trasporti

Nella regione Lombardia, per la sua particolare posizione geografica e per le realtà produttive che vi risiedono, grande è l'importanza dei mezzi di trasporto, che ogni giorno sono utilizzati da migliaia di utenti. Alcuni progetti dell'iniziativa LISA si interessano in effetti di problemi riguardanti i mezzi di trasporto. Ora che in poche ore di viaggio, dal capoluogo regionale si possono raggiungere le principali città italiane, particolarmente attuale è lo studio sugli effetti del vento sui convogli ferroviari ad alta velocità. Un'altra applicazione particolarmente interessante della riguarda lo studio dei rotor degli elicotteri, problema piuttosto arduo alcuni decenni fa, molto più abbordabile con i calcolatori attuali, che però necessita di uno studio attento sull'affidabilità e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati. Un altro settore di ricerca con promettenti ricadute produttive riguarda la simulazione delle vele sulle imbarcazioni; particolarmente critica è la ricerca relativa a barche a vela da regata, per le stringenti condizioni richieste da questa attività sportiva.

Le note presentate evidenziano solo alcuni dei problemi che i progetti sostenuti dall'accordo con la regione intendono affrontare, ma permettono già di farsi un'idea dell'importanza dei possibili risultati che questi lavori potranno conseguire.

La varietà di queste attività e dei campi di ricerca coinvolti incoraggia la previsione che un'ampia varietà di giovani ricercatori e studenti trarrà vantaggio dalle risorse impegnate nell'iniziativa LISA e giustifica previsioni di effetti di ricaduta importanti sul territorio lombardo, una tra le principali motivazioni dell'impegno da parte della Regione Lombardia.

I progetti di ricerca ammessi al supporto del laboratorio LISA, anche in ragione delle caratteristiche richieste dal bando, richiedono un grado di parallelismo almeno di 32 processi, e da 100.000 a 500.000 ore di calcolo.

Nell'ultimo decennio i progressi nelle tecniche di programmazione hanno permesso lo sfruttamento di piattaforme di calcolo a parallelismo sempre maggiore e reso disponibili codici anche commerciali e open source in grado di sfruttare con successo centinaia di unità di calcolo concorrenti.

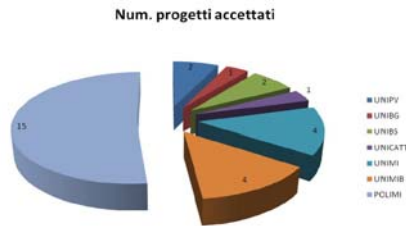


Fig. 3 – I progetti selezionati per le attività LISA afferiscono a 7 enti accademici lombardi

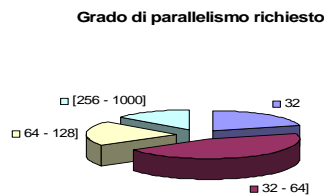


Fig. 4 – Grado di parallelismo richiesto dai progetti selezionati per LISA.

Se il parallelismo da 32 a 64 processi è utilizzato da buona parte dei progetti LISA, è da segnalare la presenza di progetti in grado di gestire con efficienza più di 256 processi paralleli.

I progetti di ricerca attualmente sostenuti nell'ambito dell'iniziativa LISA hanno durata un anno e possono essere ripresentati alla selezione dell'anno prossimo.

I progetti esclusi

Nonostante l'importante investimento realizzato grazie all'accordo con la Regione Lombardia, la quantità di risorse chieste dai 34 progetti di ricerca proposti superava ampiamente le possibilità dell'hardware disponibile. Per quanto difficile, è stato quindi necessario escludere progetti potenzialmente validi per garantire ai 29 progetti selezionati le risorse di calcolo sufficienti al loro sviluppo. I proponenti i cui progetti sono stati esclusi dal supporto dell'anno in corso sono pertanto invitati a presentare una nuova proposta al bando dell'anno prossimo, con la consapevolezza che l'unico motivo di esclusione è stata la limitazione delle risorse a disposizione.

Senza entrare nel merito della selezione effettuata può essere utile suggerire, a beneficio dei futuri proponenti, le caratteristiche che una proposta dovrebbe idealmente avere per ottenere maggiori preferenze. A parte rispettare i requisiti minimi richiesti dal bando che verrà emesso, la proposta di progetto dovrebbe

descrivere con chiarezza e concisione la ricerca che si intende sviluppare. Il tema della ricerca deve essere coerente con quanto richiesto dal bando e dovrebbe far riferimento a una letteratura scientifica con una buona reputazione di serietà.

Il risultato che si intende conseguire non dovrebbe essere frammentato in differenti obiettivi tra loro indipendenti. La strategia che si intende utilizzare per conseguire i risultati dovrebbe essere chiara e già collaudata. Metodi innovativi di ricerca sono interessanti perché a volte possono generare inaspettati processi virtuosi di avanzamento della conoscenza, ma dovrebbero essere affiancati per validazione a metodi alternativi riconosciuti come consolidati e validi. La proposta deve contenere chiare indicazioni sulle risorse hardware e software richieste e dovrebbe coinvolgere il gruppo di supporto al calcolo ad alte prestazioni del CILEA, con l'obiettivo di migliorare e arricchire le competenze sia del gruppo di ricerca coinvolto nel progetto, sia del personale CILEA.

Borsa di studio e ricerca

Contestualmente ai progetti di ricerca l'iniziativa LISA supporta al momento una borsa di studio e ricerca della durata di 12 mesi. L'attività consente a un giovane ricercatore di acquisire competenze sulla simulazione avanzata, sulle tecniche di modellizzazione, sull'utilizzo efficiente di risorse di calcolo ad alte prestazioni. L'utilizzo di una piattaforma di calcolo parallelo tra le più potenti d'Italia, la disponibilità e l'esperienza dei tecnici del CILEA garantiscono che il titolare della borsa faccia un'esperienza piuttosto rara nel nostro Paese, particolarmente utile in una delle regioni più industrializzate e tecnologicamente avanzate d'Europa. Dopo un breve ma intenso periodo di aggiornamento sulle tecniche di programmazione ad alte prestazioni il titolare della borsa sta lavorando, a stretto contatto con i tecnici del CILEA e con i gruppi di ricerca dei progetti LISA, all'ottimizzazione di codici di calcolo con paradigma di programmazione CUDA su processori di tipo GP-GPU. Almeno una nuova borsa di studio sarà bandita nel 2011.

Bibliografia

- [1] "Lagrange Fase 2: un supercalcolatore da Top500 per la ricerca in Lombardia", C. Arlandini, in questo numero del Bollettino.
- [2] "Iniziativa LISA: raccolta degli abstract dei progetti approvati", P. Ramieri, in questo numero del Bollettino.