Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
122° (2004), Vol. XXVIII, pp. 291-294

LEOPOLDO BENACCHIO*

L'Astronomia dalle Reti al Grid Computing

1. *Premessa*

L'Astronomia, si può dire da sempre, ha bisogno di calcolo e comunicazioni efficienti. Questa particolarità è addirittura presente in alcune espressioni della nostra lingua, come «fare calcoli astronomici» o presentare, per una prestazione o vendita, un «conto astronomico».

La macchina da calcolo di Charles Babbage, che mai vide la luce, aveva come banco di prova il calcolo delle effemeridi stellari. Quelle disponibili all'epoca non erano infatti sufficientemente precise non solo per gli astronomi dell'epoca, ma soprattutto per la navigazione commerciale fra Europa e l'America del Nord, a quell'epoca in pieno sviluppo. ENIAC poi, il famoso computer di IBM degli anni'40, consumò quasi la metà dei suoi cicli macchina nello sviluppo dei primi modelli numerici di evoluzione stellare di Martin Schwarzschild, che con molti perfezionamenti sono tuttora in uso.

La necessità di comunicazione rapida è presente da più di un secolo, se si pensa che già all'inizio del '900 viene sviluppato dall'Unione Astronomica Internazionale un efficiente sistema di comunicazioni, in tempo quasi reale, basata sui telegrammi, all'epoca la tecnologia più veloce disponibile. Con questo servizio tutti gli Osservatori aderenti all'Unione, praticamente quelli di tutte le nazioni evolute del mondo, venivano avvisati di una particolare scoperta che meritava di essere seguita da altri: la comparsa di una stella nova, un flare solare e così via. Questo servizio permetteva di superare uno dei limiti intrinseci dell'osservazione da terra: la sua dipendenza dalle condizioni meteorologiche. Un esempio storico per tutti: Galilei, all'epoca a Padova, non poté osservare per i primi giorni, l'apparizione della «stella nova» del 1604, in realtà una Supernova, perché sulla pianura padana era nuvolo e rimase coperto per giorni. Il Galilei la osserverà con diversi giorni di ritardo. Con il diffondere le notizie via telegrafo si raggiungeva il duplice obiettivo di moltipli-

* Istituto Nazionale di Astrofisica Osservatorio Astronomico di Padova.

care le possibilità di osservazione e di poter seguire il fenomeno 24 ore su 24, dato che tutti gli Osservatori al mondo venivano messi all'erta e, quando il fenomeno diventava inosservabile per un Osservatorio poteva esserlo per uno ad latitudine diversa. Questo servizio è disponibile, e fondamentale, anche oggi. Ovviamente le tecnologie che si usano sono quelle della rete telematica.

2. *La situazione oggi*

La trasmissione efficiente delle informazioni è oggi più che mai uno dei punti chiave della pratica astronomica, sia per l'osservazione a terra che dallo spazio. Gli Osservatori astronomici ottici si costruiscono oggi nei pochi posti sul globo terracqueo che garantiscano alcune condizioni di base, che molto difficilmente sono contemporaneamente soddisfatte: cielo sereno per il maggior numero di notti l'anno, scarsa turbolenza atmosferica (basso «seeing», inferiore al secondo d'arco) che deteriora le immagini, massima lontananza da fonti luminose artificiali. L'Europa, ad esempio, ha costruito il complesso dei quattro telescopi da 8 metri di diametro (VLT, Very Large Telescope), il maggiore esistente al mondo, nel deserto di Atacama, ad alta quota nelle Ande del nord del Cile. Comunicazioni efficienti con strumenti di questa portata, che acquisiscono ogni notte terabytes di dati e che comunque debbono essere supervisionati in tempo reale, sono fondamentali.

L'osservazione dell'Universo da posizioni fuori dell'atmosfera terrestre, resa possibile negli ultimi 25 anni circa dalle tecnologie spaziali, ha liberato l'Astronomia da un altro vincolo storico: oggi possiamo vedere tutto lo spettro elettromagnetico dallo spazio, dai raggi X e Gamma, all'infrarosso, ultravioletto. Non siamo più legati, come lo siamo stati fino a pochi anni fa, a dover osservare solo la stretta finestra di radiazione che la nostra atmosfera lascia pervenire fino al suolo. La Fisica dell'Universo oggi la si può finalmente studiare con una quantità di dati diversi che permettono di avere un panorama completo della fenomenologia che interessa. Tutto questo, ovviamente, ha aumentato a dismisura la quantità di dati da esaminare, dato che anche la superficie dei rivelatori in questi ultimi 20 anni è cresciuta in modo più che lineare.

L'interesse nei confronti delle tecniche via via emergenti di calcolo e telecomunicazione è quindi intrinsecamente legata alla storia ed alle necessità di questa disciplina che, a differenza di altri campi della Fisica, non è essenzialmente sperimentale, ma si basa fondamentalmente sull'osservazione.

3. *L'Astronomia oggi, una Scienza «all digital»*

L'Astronomia, fin dagli anni '80 è stata la prima scienza «tutta digitale» dato che il ciclo di osservazione del fenomeno, misura, analisi dati e modellizzazione si svolge sostanzialmente attraverso la rete telematica. Per certi versi si potrebbe dire che, dagli anni '80, l'intero pianeta è diventato un unico osservatorio astronomico,

diviso in tante sedi e con molti diversi strumenti permanentemente connessi fra loro. Oggi le fasi principali possono essere schematicamente riassunte, per l'astronomia ottica in:

- Preparazione dell'Osservazione, sempre più necessaria per la complicazione crescente, oltre che costo, degli strumenti di presa dati, sempre più versatili e potenti;
- Osservazione in presenza o, via rete, in remoto;
- Riduzione ed analisi dei dati, che necessità di software sempre più complessi e articolati, su matrici di dati sempre più estese (siamo oggi ad immagini di 35.000 x 35.000 pixel con 4 bytes per pixel, ma presto arriveremo al megapixel con i mosaici di rivelatori);
- Archiviazione dei dati per l'uso futuro;
- Fase di Data mining negli archivi esistenti, per il confronto, ad esempio, con osservazioni dallo spazio. Questo tema è così importante che sia in Europa che negli Usa si stanno sviluppando due progetti paralleli, di portata continentale, per lo sviluppo dei cosiddetti «Osservatori virtuali», sistemi complessi hardware e software, collegati fa loro, che permettono di eseguire ricerche nelle e colle osservazioni esistenti negli sterminati archivi astronomici;
- Modellizzazione teorica,
- Scrittura e consultazione letteratura: è presente in rete infatti la totalità della letteratura astronomica degli ultimi trent'anni, liberamente consultabile.

Quasi inutile soffermarsi sulle necessità del calcolo teorico in Astrofisica, notoriamente uno degli utenti maggiori di tutti i centri di supercalcolo, coi problemi di n-corpi, modellizzazione e visualizzazione di corpi celesti, fino ai più recenti progetti di calcolo di modelli di Universo.

4. *La Grid: un'opportunità per l'Astronomia*

La Grid rappresenta per l'Astrofisica un'opportunità da sfruttare e, per certi versi, un'esigenza vitale, dato che l'aumento esponenziale dei dati da analizzare richiede a breve lo sviluppo di tecnologie sempre più efficienti di calcolo distribuito.

L'epoca delle Reti, che ha visto l'Astronomia in prima linea assieme alla Fisica delle particelle, ha permesso una forte ed efficiente comunicazione, l'introduzione, nel '93, dello Web ha permesso la condivisione di documentazione e di molti servizi telematici essenziali, come l'accesso remoto alla strumentazione, alla bibliografia, alle basi di dati.

Pensiamo oggi, forse un po' in modo ottimistico, che la Grid rappresenterà uno scalino ulteriore ed importantissimo, dato che potrà rappresentare un cambio di metafora,permettendo ai ricercatori di condividere non solo l'informazione, ma il lavoro stesso della ricerca.

Per questo stiamo lavorando fin dal suo inizio sulle «applicazioni» astrofisiche

entro il progetto «Grid.it» (Fondi FIRB MIUR: 2003-2006), di cui riporta in questo stesso convegno MarcoVanneschi. Il progetto, che si configura come il maggiore e più importante attualmente in essere nel nostro Paese, raggruppa peraltro i gruppi dei maggiori Enti di Ricerca ed Università che lavorano su queste problematiche.

L'obiettivo principale della nostra ricerca e partecipazione è quello di determinare i requirement «astrofisici» per la Grid. Porre queste richieste a chi sviluppa il software è fondamentale se si vuole ottenere, nel prossimo futuro, un sistema di Grid complessivo che possa facilmente soddisfare la ricerca astronomica. Gli studi sono portati avanti in tre poli sperimentali: Padova, Trieste e Napoli dove esiste una competenza diffusa sia del problema scientifico che delle tecniche di calcolo associate.

Si sta procedendo al trasporto sulla Grid, il cui software è ancora molto grezzo, di alcune applicazioni tipiche dell'Astronomia, che sono state scelte in base a criteri molto semplici: alta rilevanza scientifica, rilevanza e complessità tecnologica delle applicazioni, alto interesse per i ricercatori non solo italiani, ma almeno Europei.

In base a questi criteri, e alle conoscenze diffuse nei tre poli della ricerca, sono state scelte le seguenti tematiche:

1. Accesso e consultazione di basi di dati astronomici,
2. Calibrazione, Riduzione e Analisi d'immagini a Grande Campo,
3. Distribuzione del monitoraggio di osservazioni da telescopi remoti ed esecuzione in 'quasi real time' di target di opportunità

Uno dei punti interessanti, previsto fin dall'inizio della ricerca complessiva in questo Progetto, è rappresentata dalla possibilità di scambiare esperienze su problematiche comuni non solo con discipline «vicine», come la Fisica, ma anche con quelle non necessariamente affini, come ad esempio la bioingegneria, con cui spartiamo problemi di accesso a grandi basi di dati molto simili.

In conclusione lo sviluppo di Grid rappresenta per l'Astronomia, non solo Italiana, un'occasione importante per poter disporre di uno strumento nuovo e potente per risolvere i problemi di analisi dati e sviluppo di modelli teorici.