

# IL CALCOLO DISTRIBUITO, una risorsa preziosa per la ricerca astronomica

IL SUPERCOMPUTER PIÙ  
POTENTE DEL MONDO SIAMO  
NOI! UNENDO LE FORZE DEI  
NOSTRI PC (QUANDO NON  
LI UTILIZZIAMO) SI POSSONO  
OTTENERE GRANDI POTENZE  
DI CALCOLO. IL COSTO È  
NULLO, MA I RISULTATI SONO  
NOTEVOLI



**Patrizia Caraveo**

È Direttore dell'Istituto di Astrofisica Spaziale dell'INAF a Milano. Si occupa da sempre di astrofisica X e gamma e per i contributi dati alla comprensione dell'emissione di alta energia delle stelle di neutroni, nel 2009 è stata insignita del Premio Nazionale Presidente della Repubblica.

L'unione fa la forza. È una massima tanto semplice quanto universale, così evidente che non vale la pena di perdere tempo con esempi. Trova molteplici applicazioni in qualsiasi ambito a patto di riuscire ad aggregare la gente. La rete ha risolto brillantemente questo problema, fornendo molteplici modi di aggregazione sia spontanea, sia pilotata. Ovviamente, stiamo pensando all'unione di persone, ma, se ci fermiamo un attimo a ragionare, ci accorgiamo subito che c'è di più. Per interagire in rete le persone hanno bisogno di un tramite. Parliamo di milioni di PC che difficilmente vengono utilizzati a tempo pieno, "h 24" come si dice in gergo. Perché non sfruttare le potenzialità di calcolo di queste schiere di PC, approfittando degli intervalli di inattività? È il principio del calcolo distribuito, un'idea che ha la semplicità del genio, basata sul software BOINC (che sta per *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing*), sviluppato nel 1999 all'Università di Berkeley, California. Per chi fosse interessato ai dettagli, consiglio una visita al sito <http://boinc.berkeley.edu/>

I primi a pensare di appoggiarsi a una rete di volontari sono stati i ricercatori collegati al progetto SETI (il ben noto acronimo della ricerca di intelligenza extraterrestre, v. *Le Stelle* n. 91, pp. 48-57). Da quando Francis Drake ha lanciato l'idea mezzo secolo fa, il SETI ha avuto alterne vicende. Dopo un periodo di iniziale euforia, condito da ragionevoli finanziamenti, la mancanza del segnale extraterrestre ha raffreddato gli entusiasmi fino a quando il progetto SETI è rimasto a secco di fondi. Dimostrando quanto la miseria possa aguzzare l'ingegno, i colleghi del SETI

non si sono persi d'animo. Hanno fatto appello al pubblico per aiutarli ad analizzare i dati, che continuavano a essere raccolti ai radiotelescopi "parassitando" (va detto, senza alcun danno) il tempo di osservazione dedicato ad altri progetti. Così, grazie allo sviluppo di BOINC, nacque SETI@home, il papà di tutti i progetti scientifici di calcolo distribuito. È quello che io chiamo, forse in modo irriverente e provocatorio, il 5 per mille della ricerca di intelligenza extraterrestre. Ai volontari non è richiesto nulla, salvo lasciare acceso il computer. Bisogna scaricare un programma, concettualmente simile a un salvaschermo, in modo che, quando il computer non fa nulla, va a cercare in appositi server i dati che aspettano di essere analizzati e fa partire i programmi di analisi automatica. I risultati vengono poi rispediti al server che invia un altro pacco di dati da analizzare e così via, fino a quando non decidiamo di riutilizzare il computer.

In generale, tutti i progetti "computer intensive" possono essere adattati all'approccio distribuito. Poiché la capacità di calcolo dei nostri PC continua ad aumentare, le potenzialità del metodo sono sempre più allettanti. Per fissare un po' le idee, pensiamo che 39.000 PC hanno una potenza di calcolo di 220 Teraflops (milioni di milioni di *floating point operations* al secondo) ed equivalgono a uno dei 20 supercomputer più potenti disponibili sul mercato, ma non costano nulla, o quasi. In effetti, se si va a curiosare sul sito <http://boinc.berkeley.edu/> si scopre che con circa 300.000 volontari attivi si arriva a una potenza di calcolo media sulle 24 h di 4.598,66 Teraflops.

Il fascino della ricerca di vita aliena ha

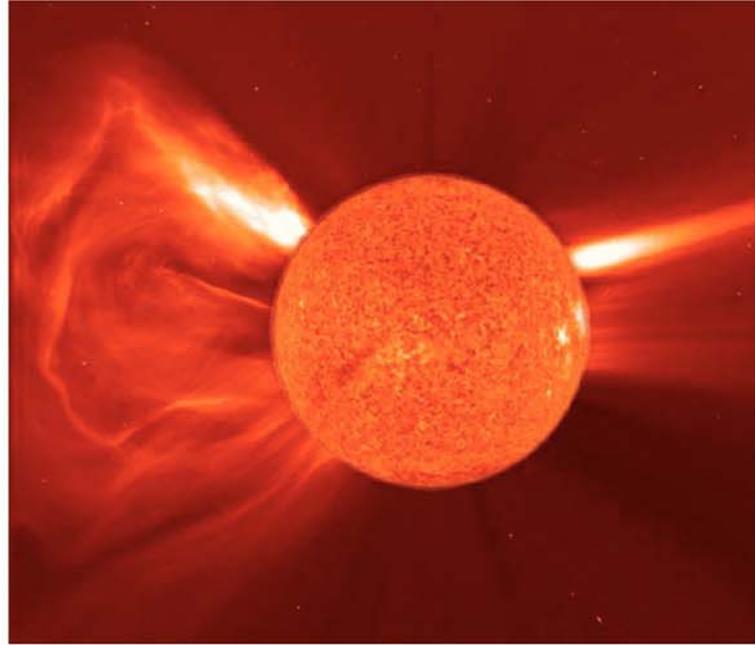
convinto mezzo milione di persone a scaricare SETI@home, un progetto che continua a essere attivo dopo più di 10 anni, nonostante, va detto anche questo, l'assoluta mancanza di segnali extraterrestri. È un interessante esempio di ricaduta tecnologica di un progetto visionario. Nel 2002 il software BOINC è diventato di pubblico dominio e il successo di SETI@home ha spinto molti altri progetti affamati di tempo di calcolo a seguire la "strada degli extraterrestri". Oggi il numero dei volontari della ricerca si aggira intorno ai due milioni. 262.000 di loro hanno scaricato Einstein@home, uno dei progetti più popolari, dopo SETI naturalmente. Einstein@home è iniziato nel 2005 per analizzare i dati dello strumento LIGO (v. *Le Stelle* n. 84, pp. 41-45) alla ricerca di onde gravitazionali. Più o meno in contemporanea, è stata lanciato Rosetta@home, un programma di biochimica per visualizzare e ottimizzare la struttura tridimensionale di proteine potenzialmente interessanti per la cura di gravi patologie, che è molto gettonato anch'esso. Sempre in campo farmacologico si muove World Community Grid, dedicato alla ricerca di farmaci per curare malattie tropicali (come il Dengue, la febbre del Nilo, la "febbre gialla"), cancro infantili, l'AIDS. Climateprediction.net è focalizzata sullo studio dei cambiamenti climatici e usa la potenza di calcolo distribuita per elaborare modelli del clima sulla Terra nei prossimi 100 anni. Nel novembre del 2009 è nato LHC@home, per aiutare i fisici del CERN ad analizzare il diluvio di dati raccolti dagli strumenti del *Large Hadron Collider* installato a Ginevra. Secondo [http://boincstats.com/page/project\\_ranking.php](http://boincstats.com/page/project_ranking.php), sono questi i 6 progetti BOINC più popolari che possono essere raggiunti facilmente dal sito per avere informazioni sul tipo di ricerca portata avanti ma anche per vedere, in tempo reale, il numero dei programmi che stanno girando, i PC collegati, ecc. Per esempio, sono andata a vedere il sito del World Community Grid e ho scoperto che ogni giorno in media vengono utilizzate circa 3 milioni di ore di calcolo. Per deformazione professionale, noi ci siamo interessati in modo particolare a Einstein@home che, oltre alle onde gravitazionali, cerca i segnali pulsati di stelle di

neutroni nei dati del radiotelescopio di Arecibo, il più grande strumento del mondo. A differenza degli extraterrestri, le pulsar esistono di sicuro e Einstein@home ha rivelato più di 100 pulsar già note e ora ha scoperto la sua prima pulsar nell'estate del 2010. Così Bruce Allen, il capo di Einstein@home, ha telefonato alla signora Helen Colvin di Ames, in Iowa, per annunciarle che il suo computer aveva scoperto un nuova pulsar. Wow, ha detto la signora.

Adesso Einstein@home ha scoperto 4 nuove pulsar nei dati del radiotelescopio di Parkes.

Dal 1° luglio 2011 Einstein@home viene utilizzato anche per cercare segnali coerenti nei dati raccolti dal *Large Area Telescope* (LAT) a bordo della missione Fermi alla ricerca di pulsar senza emissione nel radio.

Insomma, se donare il 5 per mille non vi basta, ma vorreste essere più coinvolti nella ricerca scientifica, non avete che l'imbarazzo della scelta. E ancora una volta gli astronomi hanno fatto da apripista. Come mai gli astronomi, vi chiederete? Diciamo che gli astronomi sono attivi dalla notte dei tempi (personalmente sono orgogliosa di fare la seconda professione più antica del mondo...) e hanno una consolidata abitudine all'interesse del pubblico. L'astronomia è l'unico esempio di scienza pura e dura, aperta (e abituata) al contributo di non professionisti. Avete mai sentito parlare di gente che si occupa di chimica o di biologia a livello amatoriale? Gli astronomi amatoriali (gli astrofili) sono un esercito. Il segreto è semplicissimo: il cielo è sempre disponibile e può essere studiato anche con strumenti alla portata di tutti. Questo ren-



Una *Coronal Mass Ejection* (CME) emessa da una regione attiva del Sole. Fenomeni come questo possono essere individuati e segnalati tempestivamente collaborando al programma Solar Stormwatch (<http://solarstormwatch.com/>).

de l'astronomia una scienza molto democratica, dove anche i non professionisti possono dare importanti contributi. Comete, supernovae, stelle variabili sono territorio di caccia degli astrofili di tutto il mondo. Tuttavia, le iniziative delle quali parliamo non sono rivolte in particolare agli astrofili ma sono state pensate per persone vogliose di fare, anche senza una particolare preparazione, dei semplici cittadini, per dirla alla Roberspierre. Non è un caso che il coinvolgimento attivo del pubblico venga chiamato "Citizen Science".

Uno degli esempi più spettacolari del potere aggregante di un'iniziativa astronomica è fornito da *Galaxy Zoo* (v. *Le Stelle* n. 75, pp. 20-21). Esso è una corazzata della *citizen science*, nata a Oxford nel luglio 2007 per classificare le galassie presenti nelle immagini della SDSS (la *Sloan Digital Sky Survey*), una copertura completa del cielo nord. Dopo un breve apprendistato sul sito di *Galaxy Zoo* (<http://galaxyzoo.org/>), si diventa classificatori di galassie.

E la cosa è piaciuta moltissimo. Dopo 24 ore dal lancio, il sito riceveva già 70.000 classificazioni all'ora e, dopo un anno, 150.000 volontari avevano classificato 50 milioni di galassie. Adesso gli iscritti



L'Hanny's Voorwerp, una nube di gas ionizzato probabilmente emessa da un nucleo galattico attivo, scoperta dall'insegnante olandese Hanny Van Arkel mentre stava collaborando al programma di citizen science Galaxy Zoo, che ha per obiettivo la classificazione delle migliaia di galassie riprese dalla Sloan Digital Sky Survey (SDSS) (<http://galaxyzoo.org/>).

sono 250.000, la più grande armata che l'astronomia abbia mai messo in campo! Un successo così eclatante ha praticamente imposto di continuare e adesso si analizzano addirittura le immagini del Telescopio Spaziale Hubble (HST). I risultati sono eclatanti. Un lavoro recentemente sottoposto per la pubblicazione a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* contiene 18.000 candidati alla qualifica di nuclei galattici attivi. Centinaia di galassie corredate di nubi e 19 Voorwerpjes, del tipo del capostipite, lo Hanny's Voorwerp del quale abbiamo già parlato (v. *Le Stelle* n. 66, pp. 12-13). Si tratta di nubi di gas ionizzate da un nucleo centrale attivo: questi oggetti sono tutti stati scoperti dai classificatori di galassie.

Poi si è aggiunta la ricerca di supernove (<http://supernova.galaxyzoo.org/>).

Ma non finisce qui: se siete stregati dalla Luna, sappiate che sono disponibili circa 70.000 immagini della superficie lunare raccolte in 6 mesi di attività dal *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO) della NASA. Sono immagini ad alta definizione, organizzate nel sito <http://www.moonzoo.org/>. Oltre a catalogare i crateri e a studiare la superficie lunare, i volontari di

MoonZoo possono divertirsi a ritrovare ciò che le missioni lunari (comprese quelle del Progetto Apollo, v. *Le Stelle* n. 77, pp. 24-25) hanno lasciato in loco. Si tratta di 180 tonnellate di ferraglia che abbiamo fatto allunare (più o meno dolcemente) nell'ultimo mezzo secolo. Senza atmosfera, né pioggia, né venti, la Luna conserva tutto quanto.

Se invece siete dei tipi solari, i compiti che vi attendono sono molteplici. Ha iniziato la comunità dei cacciatori di comete utilizzando

i dati del satellite Soho dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) per cogliere le comete che passano molto vicino al Sole comprese quelle che ci cascano dentro. Per la cronaca, intorno a Natale 2010 Soho ha scoperto la cometa numero 2000. Gli amanti del Sole possono scegliere: da un lato lo studio della fotosfera del Sole, sfruttando i dati raccolti dalla sonda della NASA *Solar Dynamics Observatory* (SDO, v. *Le Stelle* n. 96,

pp. 38-45), dall'altro il monitoraggio delle eruzioni solari attraverso i satelliti Stereo A e B della NASA.

Il *Solar Dynamics Observatory*, attivo dalla fine di marzo 2010, ogni 10 secondi produce 8 immagini ad alta risoluzione, prese con filtri diversi. I dati vengono distribuiti pubblicamente sui siti della missione, ma è difficile tenere dietro al ritmo infernale. Si tratta di una quantità di dati veramente impressionante il cui sfruttamento richiederà sicuramente l'aiuto del pubblico, anche se per ora i compiti non sono ancora chiari.

L'attività del Sole viene tenuta sotto controllo anche dai partecipanti al programma Solar Stormwatch (<http://solarstormwatch.com/>) cogliendo sul nascere le tempeste solari, che vengono poi monitorate dai satelliti Stereo. Qui quello che conta è la rapidità, perché si vogliono individuare quanto prima possibile le CME (*Coronal Mass Ejection*), cioè gli spettacolari sbuffi di materia ionizzata emessi dalle regioni più attive del Sole, generalmente collegate alla presenza di macchie solari. Le particelle di alta energia liberate durante le CME sono all'origine delle tempeste magnetiche che, di tanto in tanto, colpiscono la Terra. I loro effetti vanno dalle aurore boreali al *black-out* su vaste regioni del Grande Nord; nei casi più estremi, eventi molto energetici, possono arrivare anche a danneggiare i sistemi di distribuzione dell'energia elettrica (v. *Le Stelle* n. 97, pp. 66-67). Anche se accelerate ad alte ener-



Un esempio della schermata del progetto Moon Zoo che permette di catalogare strutture fini sulla superficie lunare grazie alle immagini rilasciate dalla sonda *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO) (<http://www.moonzoo.org/>).

gie, le particelle viaggiano a velocità inferiore a quella della luce e ci mettono ore a coprire la distanza Sole-Terra. È quindi possibili vederle partire ben prima che arrivino. Il 3 agosto di quest'anno, per esempio, Solar Stormwatch ha rivelato attività da due macchie solari e ha predetto che le particelle liberate avrebbero raggiunto la terra il 5 agosto. Visto che la CME non era particolarmente energetica, l'allerta era rivolta agli appassionati di aurora, che si sono puntualmente verificate la sera del 5 agosto. In effetti, la tempesta magnetica sulla Terra è stata abbastanza intensa e le aurore si sono spinte molto più a sud del normale, facendosi vedere fino in Inghilterra. Va anche detto che non tutte le CME raggiungono la Terra. Sono dei fiumi di energia che seguono dei cammi-

ni incurvati, dettati dal campo magnetico interplanetario. Una buona parte non ci colpisce e non occorre preoccuparsi. Lasciamo il cielo e torniamo sulla Terra, per seguire la storia di Rosetta@home, che si è evoluta in modo diverso, ma in maniera non meno entusiasmante. Spinto dai messaggi dei volontari che, guardando l'evolversi delle forme delle proteine sul salvaschermo, si rendevano conto che il computer sprecava un sacco di tempo a calcolare configurazioni intuitivamente sbagliate, lo sviluppatore del programma ha pensato di trasformarlo in una specie di videogioco. Ha dato ai volontari la facoltà di intervenire nel processo, spostando e orientando catene di molecole per trovare più rapidamente la forma ideale di nuove proteine. Si chiama "foldit" e

ha i suoi campioni, completi di squadre e tifoserie sempre connesse, che passano ore a cercare la struttura più promettente per una determinata proteina. Tutti i gruppi lavorano sulla stessa proteina e la competizione è palpabile. Tutti i partecipanti vedono i progressi fatti dagli altri gruppi competitori mentre si cerca disperatamente di trovare la migliore posizione reciproca delle catene di molecole in gioco. Nel caso si faccia una mossa sbagliata, la proteina esplosa. Se invece la mossa è astuta si guadagnano punti. Le strutture più interessanti vengono poi sintetizzate in laboratorio, con la speranza che possano essere utili per costruire nuovi farmaci. Lo slogan è "Un videogioco per la scienza". Non è venuta voglia di provare anche a voi? ■

# ZIEL MAHK

PER CHI INIZIA AD AMARE L'ASTRONOMIA *parola di Margherita Hack*



Mahk 90 Advanced



Mahk 50



Mahk 130



Promozione valida fino ad esaurimento scorte



In regalo il libro di Margherita Hack "Vi racconto l'astronomia" e "L'atlante del cielo"

**Sconto del 10%**  
dedicato ai ragazzi di  
età inferiore di **18 anni**

Vieni a scoprire tutti i telescopi Ziel Mahk  
al sito internet [www.ziel.it](http://www.ziel.it)

ZIEL ITALIA s.r.l.  
30025 Fossalta di Portogruaro • Italy  
Tel. +39 0421 244432 | e-mail: [ziel@ziel.it](mailto:ziel@ziel.it)



The sense of precision