

N. 28
GIUGNO 2003

SOMMARIO

& futuro

editoriale

ISABELLA VANNUPELLI

HA AVUTO INIZIO UN NUOVO CAPITOLO DELLA VITA DEL CNR 4

primo piano

A CURA DI ROMEO BASSOLI

INTERVISTA ALL'ON. MIRKO TREMAGLIA

OCCORRE FAVORIRE LA MOBILITÀ DEI RICERCATORI
DA E VERSO IL NOSTRO PAESE 6

ricerca & territorio

ASTROFISICA SPAZIALE E FISICA COSMICA

TECNOLOGIA AVANZATA E GRANDI COMPETENZE

PER SCOPRIRE I MISTERI DELL'UNIVERSO

A CURA DI RITA BUGLIOSI

VILLA: dai nostri osservatori cerchiamo nello spazio pianeti simili alla Terra 8

MACCAGNI: indaghiamo l'Universo per conoscere l'archeologia del Cosmo 11

SACCO: nuovi algoritmi per l'analisi dei dati astronomici 14

MANDOLESI: dai nostri studi sui raggi gamma è nata una pinza chirurgica
che rivela tessuti tumorali 16

ricerca & società

istituti

ASTROFISICA SPAZIALE E FISICA COSMICA

ALLA SCOPERTA DI PIANETI ABITABILI CON LA MISSIONE
"EDDINGTON" DELL'ESA

MASSIMO BADIALI 18

SCIENZA E TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE

QUANDO L'ASTROFISICA CHIEDE AIUTO ALL'INFORMATICA

EMANUELE SALERNO 21

SCIENZE DELL'ATMOSFERA E DEL CLIMA

EL NIÑO DELL'ANNO 2006

GIUSEPPE DALU 23

TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE

UNA STELLA NEL BATTISTERO DI PISA

LEONELLO TARABELLA 29

IMPRESA E SVILUPPO

RENDIMENTI DI SCALA E PERFORMANCE
DEGLI ORGANI DI RICERCA DEL CNR

MARIO COCCIA 33

GEOLOGIA AMBIENTALE E GEOINGEGNERIA

L'ORO IN SARDEGNA: UNA NUOVA REALTÀ ECONOMICA

MAGDA FIORI 35

EMANUELE SALERNO

Ricercatore presso l'Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione
"Alessandro Faedo" del CNR, PisaQUANDO L'ASTROFISICA
CHIEDE AIUTO ALL'INFORMATICA*L'analisi dei dati astrofisici
ha bisogno della ricerca informatica più avanzata*

L'elaborazione statistica dei segnali si avvia ad assumere un ruolo chiave nello studio del nostro Universo. Molti problemi dell'astrofisica sono infatti legati alla possibilità di discriminare tra teorie in competizione nell'affascinante impresa di comprenderne la nascita, l'evoluzione e il destino, e un loro aspetto comune è che l'informazione utile si deve estrarre da insiemi di dati di dimensione enorme e affetti da notevoli errori. Dal punto di vista informatico si tratta di "data mining", ossia ricerca di informazione nascosta. Il piano spaziale nazionale attualmente in vigore, mentre dichiara l'osservazione dell'universo di interesse culturale e speculativo, aggiunge che difficilmente le necessarie capacità di analisi di segnali potrebbero essere acquisite in altro modo. Un caso in cui oggi si deve ricorrere a tecniche di data mining è rappresentato dallo studio della radiazione cosmica di fondo.

Secondo la maggior parte delle teorie, l'Universo si è formato per espansione violenta (big bang) da uno stato di altissima densità e temperatura. Questo evento ha lasciato un residuo "fossile" sotto forma di una radiazione elettromagnetica che ci giunge da tutte le direzioni, come provenisse da un corpo a temperatura quasi perfettamente uniforme di circa 270 gradi sotto lo zero. Come spesso accade nella fisica, è il "quasi" ad attirare l'attenzione maggiore.

Da quando la scoperta di questa radiazione da parte dei premi Nobel Arno Penzias e Robert Wilson, nel 1964, ha dato una decisiva conferma alla teoria del big bang, i cosmologi sono partiti alla ricerca di quella non perfetta uniformità di temperatura. Una prima misura del fenomeno è stata ottenuta nel 1992 dal satellite statunitense Cobe. Poche decine di milionesimi di grado al massimo; sembra poco, ma è fondamentale. Per

sottoporre a verifica le teorie cosmologiche occorre però una mappa molto più "a fuoco" di quella fornita da Cobe. È questo lo scopo di molte missioni di osservazione lanciate in questi ultimi anni o attualmente in progetto, con strumenti di misura a bordo di palloni stratosferici o satelliti artificiali. Tra queste, la missione del pallone italo-statunitense BOOMERanG (Ballon Observation of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics), che ha ottenuto per la prima volta una mappa molto dettagliata di una ridotta porzione di cielo, e la missione del satellite MAP, della Nasa, che ha fornito pochi mesi fa i suoi primi dati sull'intero cielo.

Ma perché è così difficile ricavare l'informazione utile dalle misure radioastronomiche? Il problema sta nel fatto che al fondo cosmico si sovrappongono radiazioni causate da altri fenomeni astrofisici. È come se occorresse risalire alla forma di un oggetto guardandolo attraverso una serie di lastre di vetro recanti ognuna un disegno diverso.

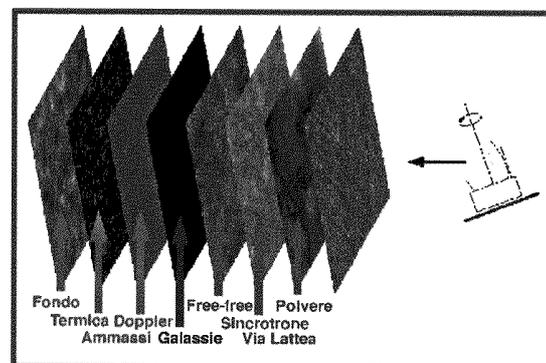


FIG. 1: MODELLO DI SOVRAPPOSIZIONE DELLE DIVERSE RADIAZIONI MISURATE DAGLI STRUMENTI DI BORDO DI UN SATELLITE. CIÒ CHE GLI STRUMENTI "VEDONO" RISULTA DALLA SOVRAPPOSIZIONE DI RADIAZIONI GENERATE A DIVERSE DISTANZE DA DIFFERENTI FENOMENI FISICI (ESA - PLANCK HOMEPAGE)

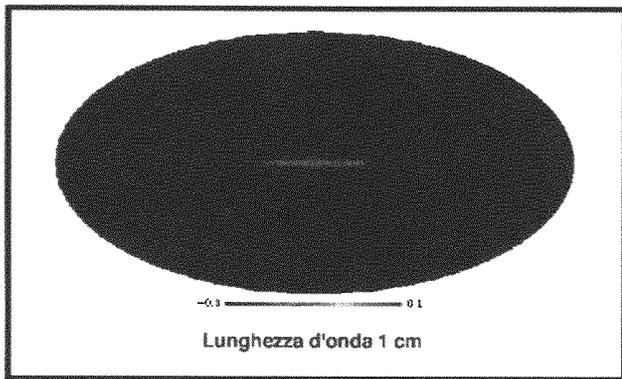


FIG. 2: TIPICA MAPPA DI RADIAZIONE TOTALE SULL'INTERA SFERA CELESTE. GLI STRUMENTI A BORDO DEL SATELLITE PLANCK CONSENTIRANNO DI COSTRUIRE MAPPE DI RADIAZIONE A NOVE DIVERSE LUNGHEZZE D'ONDA DA UN MINIMO DI CIRCA 350 MILLESIMI DI MILLIMETRO A UN MASSIMO DI UN CENTIMETRO, OSSIA IN UN INTERVALLO CHE VA DALL'INFRAROSSO LONTANO ALLE MICROONDE (ISTI-CNR)

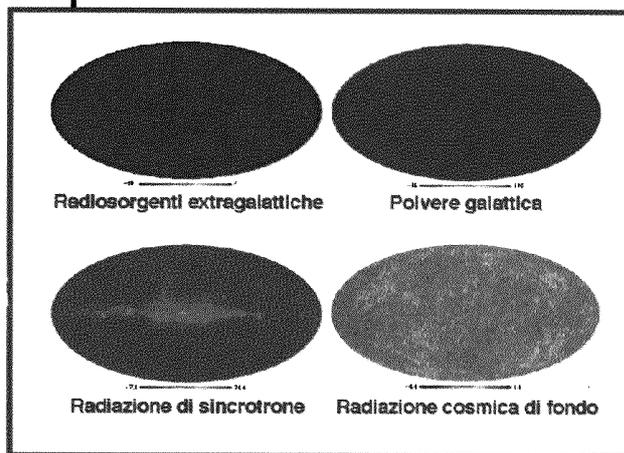


FIG. 3: DISTRIBUZIONE SU TUTTO IL CIELO DI QUATTRO DIVERSE SORGENTI DI RADIAZIONE, SEPARATE CON TECNICHE STATISTICHE A PARTIRE DA QUATTRO MAPPE DI RADIAZIONE TOTALE A LUNGHEZZE D'ONDA COMPRESSE FRA TRE MILLIMETRI E UN CENTIMETRO (ISTI-CNR)

Oltretutto, il segnale utile è talmente debole che i disturbi generati dagli strumenti, anche perfezionatissimi, sono molto forti.

La missione Planck, dell'Agenzia Spaziale Europea, prevede per il 2007 il lancio di un satellite per la misura della radiazione cosmica di fondo con un livello di dettaglio e di accuratezza mai raggiunti prima.

Separare la radiazione di fondo dagli altri segnali sarà un compito essenziale.

Per riuscirci, abbiamo proposto di adottare tecniche statistiche che consentono anche di stimare l'importanza relativa delle singole radiazioni nei segnali misurati.

Quest'ultima caratteristica le differenzia da tecniche proposte in precedenza, che dovevano considerare perfettamente note delle grandezze che in realtà non lo sono.

Si tratta della prima applicazione di questo tipo in astrofisica e i risultati sono promettenti, tanto che diversi altri gruppi nel mondo hanno iniziato a studiarla. I dati da cui estrarre la radiazione di fondo saranno mappe dell'intera sfera celeste. Da un certo numero di queste, ottenute da misure a diverse lunghezze d'onda, le tecniche statistiche ricavano le mappe relative alle singole radiazioni di diversa origine fisica.

Non sono questi gli unici problemi in cui, sempre di più, l'analisi dei dati astrofisici ha bisogno di tecniche sofisticate sviluppate in collegamento con la ricerca informatica più avanzata.

Basti pensare che un solo telescopio della prossi-

ma generazione acquisirà in una sola notte tanti dati da poter riempire alcune centinaia di Cd-Rom.

Le attuali tecniche non saranno più sufficienti per il loro trattamento e la comunità astrofisica, con il coinvolgimento diretto degli informatici, si sta orientando verso lo sfruttamento intensivo dei metodi dell'intelligenza artificiale.

L'applicazione di tecniche sofisticate di elaborazione dei segnali si lega infatti alla possibilità di disporre di strumenti e metodi di calcolo estremamente efficienti, come le reti neurali artificiali, strutture di calcolo dotate, tra l'altro, di capacità di apprendimento e di generalizzazione.

Summary

Statistical signal processing is becoming a key tool in astrophysical data analysis. Our group at the CNR Institute of Information Science and Technologies has proposed a class of

statistical approaches to detect the cosmic microwave background radiation from satellite measurements. This strategy will also be useful in many other astrophysical problems.