

Osservatorio di Arcetri e Dipartimento di Astronomia dell'Università di Firenze

**I Calcolatori per l'Astronomia:
risorse disponibili presso l'Osservatorio di Arcetri**

C.Baffa, M. Focardi

**Rapporto Tecnico interno di Arcetri N° 2/1999
Firenze, Gennaio 1999**

Sommario.

Nel presente rapporto vengono illustrati i contenuti di un piccolo gruppo di lezioni tenute ad Arcetri nell'ambito del Corso di Laboratorio di Astrofisica.

Lo scopo di tali lezioni è di introdurre lo studente agli strumenti informatici attuali, sia per un uso indirizzato alla ricerca teorica, sia per quella osservativa. Viene soprattutto privilegiata la pluralità delle informazioni date, piuttosto che la profondità dei singoli argomenti.

1 Introduzione

Lo scopo delle lezioni raccolte in questo rapporto è di introdurre lo studente ad una conoscenza delle risorse software ed hardware per l'astronomia disponibili ad Arcetri, sia localmente sia in rete.

Gli argomenti affrontati sono stati i seguenti:

- introduzione generale agli strumenti informatici
- tecniche di programmazione
- applicativi per l'Astronomia e l'Astrofisica
- uso degli strumenti presenti in rete

2 Introduzione generale agli strumenti informatici

Il concetto di calcolatore è nato molto tempo fa. Già Pascal aveva progettato una macchina per eseguire calcoli. La prima macchina moderna, cioè in grado di eseguire un programma, è stata inventata, ma non costruita, in Inghilterra da C. Babbage. Le prime macchine effettivamente funzionanti furono costruite durante la II Guerra Mondiale, in maniera indipendente da Zeuse in Germania e da un paio di gruppi negli USA.

La teoria moderna dei calcolatori nasce intorno alla Seconda Guerra Mondiale, per opera di Turing che operò una prima loro classificazione.

I calcolatori moderni funzionano secondo il medesimo schema: vi è innanzitutto una unità centrale di processo (CPU) che esegue i compiti che gli vengono sottoposti; vi è una memoria contenente la lista di istruzioni da eseguire (programma, talvolta in ROM = read only memory) e una memoria contenente i dati su cui operare, sempre nella memoria di lettura/scrittura (RAM = random access memory); infine alcuni dispositivi di comunicazione con l'esterno (I/O), che permettono di introdurre programmi e dati e di visualizzarli in qualche modo.

Dal punto di vista logico, nel mondo dei calcolatori, vi è una distinzione fondamentale fra due concetti: hardware e software. L'hardware rappresenta i componenti fisici del calcolatore, mentre il software i programmi e le applicazioni per lo stesso.

2.1 Lo Hardware

In un calcolatore moderno la CPU è ciò che noi chiamiamo comunemente processore (Z80-8085-8086-...Pentium, Alpha, Arm...), mentre i programmi risiedono generalmente in una memoria centrale per cui possono essere modificati, il che a volte è alquanto pericoloso.

Vi sono poi i bus, che rappresentano in un certo senso la "finestra sul mondo" della CPU, ossia un insieme di connessioni in parallelo collegati a connettori standard (i più comuni sono in tecnologia ISA, PCI, SCSI, ecc) che sono caratterizzati da un certo protocollo di trasmissione e dalla velocità tipica.

Inoltre vi sono dei dispositivi periferici, connessi alla scheda recante la CPU attraverso dei connettori e con dei protocolli di comunicazione standard. Gli esempi più comuni sono

i protocolli delle porte seriale e parallela (mouse, stampanti, plotter) e dei dischi, ossia dispositivi di memoria aggiuntiva alla memoria centrale (CD-ROM, lettore di dischetti, nastri DAT, ecc), normalmente non volatile, più lente e di capacità maggiore. ¹

2.2 Il Software

Il software è l'insieme dei gruppi di istruzioni (programmi) che istruiscono lo hardware sul modo di eseguire sui dati i compiti che desideriamo.

Generalmente il software presenta un grado di complessità molto alto, tanto che per esempio un programma di gestione di una camera IR presenta grado di complessità superiore a quello di una raffineria di petrolio. Complessità ancora superiore presenta a sua volta un S.O. (sistema operativo) multitasking e multiutente che permette contemporaneamente di gestire più accessi logici sotto macchine virtuali in modo da permettere l'accesso a più utenti o l'esecuzione di più compiti in parallelo, ottimizzando l'uso delle risorse.

La comunicazione con il calcolatore avviene attraverso un'interfaccia utente, che può essere a linea di comando o grafica (GUI). Un'interfaccia a linea di comando è più efficiente per l'utente esperto, mentre un'interfaccia grafica ha un uso più immediato e permette di visualizzare i comandi relativi al S.O. installato, ossia una serie di programmi che permettono di tradurre in un linguaggio compreso dalla macchina (sostanzialmente numeri binari) le nostre richieste alla CPU.

In un sistema di calcolo moderno la comunicazione dell'utente con il calcolatore è organizzata in livelli, cioè strati di interfaccia, il più basso dei quali è solitamente detto "monitor" e contiene programmi semplici per l'inizializzazione della macchina e la comunicazione con le periferiche più comuni. Classico monitor è rappresentato dal BIOS dei calcolatori basati su piattaforma Intel (PC).

Sopra tale "livello zero" vi sono i S.O. o i sistemi di interfaccia con le periferiche (ad esempio il DOS). Ancora al di sopra si trovano spesso delle interfacce grafiche (tipo Windows, X11, Win95, ecc.). L'interfaccia grafica permette un approccio più intuitivo e comprensibile ai comandi del S.O., come ad esempio la connessione in rete.

2.3 Le Reti

Quando si hanno più di un paio di calcolatori nello stesso sito viene naturale amplificare la flessibilità d'uso del sistema di calcolo collegando ogni elaboratore agli altri, creando così una rete.

Una rete locale può avere compiti elementari, come la condivisione di risorse quali stampanti o plotter, o diventare una rete *logica*, in cui ogni nodo è equivalente a tutti gli altri e si può accedere ai propri dati indipendentemente dallo specifico calcolatore che si ha davanti.

Una rete, per problemi di sicurezza dei dati, è regolata rigidamente attraverso l'assegnazione di un conto o *login* a ciascun utente, il quale può accedere ai propri dati e

¹È fondamentale organizzare i propri dati in maniera corretta sulle memorie onde evitare di perderli ed eseguire regolarmente delle operazioni di backup (salvataggio periodico) su cartucce DAT o su CD.

agli archivi di dati comuni, attraverso l'operazione di login e la digitazione della propria password da scegliere in modo non banale.

Più reti locali distanti tra loro, possono essere connesse tramite reti geografiche, creando una rete di reti, come Internet.

L'idea fondamentale su cui si basa la rete mondiale è che "il tutto è più della somma delle sue parti", il che può essere interpretato come una specie di valore aggiunto ad un prodotto se si vuol utilizzare un paragone di tipo economico.

Una volta entrati in rete abbiamo la possibilità di trovare praticamente qualsiasi cosa si stia cercando, basta saper come fare. Si possono trovare manuali di programmi che vogliamo utilizzare, i programmi stessi, qualcuno che ci dice come risolvere i nostri problemi con il calcolatore e, perchè no, anche la ricetta del nostro dolce preferito.

Per chi si occupa di Astronomia, Astrofisica o ricerca in generale, la rete è divenuta uno strumento di lavoro indispensabile, e generalmente si accede ad essa dai terminali universitari di solito dotati di sistema operativo (o ambiente) Unix.

2.4 Unix

L'ambiente più comune in astronomia è Unix, nelle sue varie incarnazioni: Solaris, AIX, Linux, Ultrix... È un sistema operativo che solitamente viene utilizzato tramite interfacce a linea di comando (shells).

Unix è un S.O. multiutente e multitasking. È pensato per un uso interattivo e per la condivisione di risorse comuni tra più utilizzatori. Ha la caratteristica di nascere con capacità di connessione in rete molto sviluppate. È un po' ostico all'inizio, con una curva di apprendimento inizialmente ripida, ma si rivela presto assai potente e comodo.

Se non si conosce un comando di Unix si può accedere al manuale di utilizzo in linea attraverso la digitazione del comando "man". Ogni sistema operativo degno di questo nome, come ciascun buon programma, deve essere provvisto di manuali ed help in linea.

Un altro comando di fondamentale importanza è "apropos" che permette di risalire ad utili informazioni relative a ciò che si sta cercando.

Altra caratteristica di Unix è la possibilità di creare degli "alias", cioè di associare un nome simbolico ad una serie di comandi, cosa che ci permette di eseguirli uno dietro l'altro attraverso la digitazione dello stesso alias, al quale assegniamo un nome arbitrario e di facile memorizzazione.

Quando utilizziamo Unix comunichiamo con esso, o più precisamente con il "kernel" (nucleo), attraverso la cosiddetta "shell" (conchiglia o involucro: csh, bash, tcsh, ksh,...), che non è altro che un interprete di comandi (il command.com per il DOS).

I file di testo vengono creati attraverso dei programmi detti "editor". Il tipico editor di Unix è il "vi" (visual) che produce una lista di caratteri e simboli che poi può essere, per esempio, compilato attraverso un altro programma (ad esempio Latex) di formattazione.

3 Tecniche di programmazione

L'idea che sta alla base della programmazione vera e propria, ossia dell'attività con la quale si producono listati e programmi da eseguire su un calcolatore, è quella di convertire in

una serie di algoritmi, cioè una sequenza logica di istruzioni, le operazioni che vogliamo far eseguire allo stesso calcolatore.

Per scrivere un algoritmo è necessario stabilire in primo luogo il livello di astrazione nel quale si vuol lavorare, cioè il livello di complessità nel descrivere il processo da eseguire, in modo che non sia nè troppo scarso nè troppo particolareggiato. L'algoritmo deve avere la caratteristica fondamentale di essere interpretabile univocamente.

Una volta scritto l'algoritmo si passa poi a tradurlo nel linguaggio di programmazione più adatto per eseguire l'operazione voluta. Si compone il programma con i comandi caratteristici del linguaggio, avendo cura di avere uno stile chiaro e di inserire più commenti possibile, onde permettere una agevole manutenzione o modifica dello stesso.

La scelta del linguaggio di programmazione si effettua una volta che si abbia chiaro in mente quello che si vuol fare: infatti in base alle nostre necessità ci possono essere linguaggi più o meno appropriati. Il C è uno dei linguaggi più comuni, e con esso sono scritti i principali S.O., quali DOS, Unix e i più comuni programmi. I programmi in C devono essere compilati.

Nella scrittura di un programma è importante seguire delle regole di buona scrittura (*ingegneria del software*). Tra le principali vi sono: scrivere molti commenti, rendere possibile il loro aggiornamento e manutenzione, spezzare il programma in routine e subroutine cosicchè sia possibile la loro sostituzione, individuare bene le variabili, datare il programma e le sue eventuali modifiche, ecc.

3.1 I linguaggi di programmazione

Osserviamo che un linguaggio di programmazione può essere di alto o basso livello in relazione al suo grado di astrazione dal processore. In altri termini si può avere un linguaggio che opera su numeri elementari e sui registri del calcolatore, oppure su oggetti astratti come le liste (ad esempio il linguaggio con cui è stato scritto AutoCad, il Lisp, gestisce liste di oggetti).

Un programma non è direttamente compreso ed eseguito dal calcolatore, ma deve essere convertito in istruzioni comprensibili dallo stesso. Questo si ottiene in due modi fondamentalmente diversi. Il programma può essere "compilato", ossia tradotto in maniera complessa in linguaggio macchina, oppure "interpretato", ossia tradotto in linguaggio macchina da un programma intermedio, una istruzione alla volta, ogni volta che viene eseguito. Ovviamente il primo metodo è molto più efficiente del secondo, ma quest'ultimo è più flessibile, visto che in linea di principio potremmo addirittura battere un'istruzione alla volta e farla interpretare.

Un linguaggio può essere intrinsecamente strutturato, in relazione alla propria struttura naturale, per favorire concisione e chiarezza.

Vi sono poi linguaggi "object oriented", cioè i cui elementi base non sono tanto le istruzioni, ma i dati su cui si opera; linguaggi orientati alla grafica ecc. Una caratteristica importante dei linguaggi di programmazione è la loro "portabilità" ossia la capacità che possiedono di poter funzionare su piattaforme e macchine diverse. Ad esempio l'Assembler non è portabile, visto che ogni processore possiede precise e limitate istruzioni in grado di riconoscere.

3.2 Caratteristiche dei diversi linguaggi

Diamo una descrizione delle caratteristiche principali dei linguaggi più diffusi.

assembler Compilato, efficientissimo, nessun vincolo logico imposto, nessun check dal compilatore (o quasi), linguaggio d'elezione per compiti a temporizzazione critica o di interfaccia diretta con lo hardware, difficile, manutenibilità. Difficile, poco diffuso, non portabile.

basic Solitamente interpretato, in versioni recenti compilatori ed estensioni grafiche, semplice, facile da imparare, poco potente, manutenibilità moderata, in origine non strutturato, portabilità variabile.

fortran Compilato, molto diffuso in ambito scientifico, in origine non strutturato, forte nel calcolo, estese librerie scientifiche, manutenibilità moderata, ampie biblioteche di codice, moderatamente portabile.

C Compilato (raro in forma interpretata), diffusissimo, strutturato, ma con pochi vincoli imposti, efficiente nell'uso generale, capacità di accesso al basso livello, molto versatile, estesissime librerie, ampie biblioteche di codice, manutenibile, strutture dati potenti, portabile.

C++ Compilato, molto strutturato, ad oggetti, efficiente, moderatamente diffuso, elevato investimento di apprendimento, molto manutenibile, abbastanza flessibile, molto potente, portabile.

pascal Compilazione a codice intermedio (p-code), fortemente strutturato, sintassi rigida, chiaro ed adatto alla didattica, moderatamente diffuso, manutenibile, verboso, moderatamente efficiente, portabile.

perl Interpretato, strutturato, apprendimento semplice, strutture dati potenti, sintassi simile al C, flessibile, agile interfaccia con la shell, può sostituire sed ed awk, linguaggio standard per i CGI del WWW, molto portabile.

java Interpretato, molto strutturato, molto grafico, network ready, sintassi simile al C++, ad oggetti, complesso, poco efficiente, diffusione in crescita, librerie ed applicazioni (applets) agevolmente disponibili, molto portabile, linguaggio standard del WWW.

postscript Interpretato, linguaggio grafico per eccellenza, sintassi del forth (RPN), poco adatto al calcolo, abbastanza diffuso, portabile.

4 Applicativi per l'Astronomia e l'Astrofisica

Passiamo in rassegna alcuni programmi o applicativi che vengono utilizzati in campo astronomico nel processo che dalla riduzione dati arriva alla stesura degli articoli.

In realtà spesso non si tratta di programmi singoli, ma di collezioni o pacchetti di applicativi che servono per scopi specifici. Fra questi vi sono: Aips, Iraf, IDL, Midas,

Nemo, Matlab, Scilab, Pggerl, Latex. Essi si possono classificare a seconda del loro campo di applicazione, come di seguito riportato:

Applicativo	Riduzione dati	Elaborazione testi	Calcolo	Grafica
Aips	X	-	-	X
Iraf	X	-	-	X
IDL	X	-	X	X
Midas	X	-	-	X
Nemo	-	-	X	X
Matlab	X	-	X	X
Scilab	X	-	X	≈
Octave	X	-	X	≈
Pggerl	≈	-	-	X
Latex	-	X	-	X

In generale abbiamo alcune classi differenti di questi applicativi. Vi sono alcuni pacchetti che sono nati specificatamente per la riduzione di dati astronomici e sono quindi collezioni più o meno specializzate di programmi che eseguono funzioni tipiche per l'astronomia. Alcuni di questi sono poi particolarmente orientati ad un settore, come è Aips verso la radioastronomia.

Vi sono poi dei pacchetti che sono nati come strumenti generali, ma per i quali sono stati sviluppate delle procedure specifiche per l'astronomia e che quindi sono ben utilizzabili in tal senso.

Vi sono poi i pacchetti di matematica generale che spesso sono utilizzati non già per la riduzione dati, quanto per l'analisi e per le verifiche o simulazioni di modelli per gli stessi.

Da ultimo vi sono pacchetti che hanno principalmente funzionalità grafiche, magari ottimizzate per certi tipi di dati astronomici. Questi pacchetti sono importantissimi nella stesura della documentazione articolistica del lavoro.

4.1 Applicativi per la riduzione dati

Uno dei più diffusi è Iraf, che è un pacchetto di applicativi astronomici, per immagini ottiche ed infrarosse. È particolarmente adatto alle immagini fotometriche ed accetta facilmente estensioni, come quella per i dati X.

Un altro pacchetto generale è Midas, sviluppato presso l'ESO. È un insieme di applicativi di tipo generale, come Iraf, ma ha il suo punto di forza nel trattamento di dati spettroscopici.

Aips è un pacchetto per la riduzione di dati bidimensionali che è stato sviluppato in ambito radioastronomico e possiede perciò tutti gli strumenti utili per la radioastronomia.

Molto utilizzati per la restituzione di grafici sono Pggerl e SM (ex SuperMongo). Pggerl è una libreria di chiamate per il Perl ed è perciò intrinsecamente più potente di SM, anche se meno diffuso.

Pacchetto generale, ma dotato di estensioni astronomiche è invece IDL, molto usato nell'ambito dell'Astronomia Solare.

Pacchetti matematici puri sono invece Matlab, Scilab e Octave. Questi sono adatti all'analisi dei dati ed alla *sperimentazione* di varie ipotesi in termini matematici.

Latex e Tex sono pacchetti sviluppati per l'elaborazione di testi. Gran parte degli articoli scientifici di carattere astronomico sono scritti con questi due programmi.

Presso l'Osservatorio tutti questi pacchetti possono essere utilizzati in rete, basta poter usufruire di un "conto" sul quale lavorare, su una qualsiasi macchina SUN o linux.

È importante valutare quale pacchetto di applicativi meglio si adatta a ciò che si vuol fare, onde evitare inutili perdite di tempo.

5 Uso degli strumenti presenti in rete

Con il gran parlare che si è fatto di Internet la sua reale consistenza si è leggermente sfuocata: quando si cerca di definirlo chiaramente, esso sfugge un po'. Ciò è dovuto in parte al fatto che si tratta di un oggetto il cui contenuto sociale, culturale e informativo trascende di gran lunga il contenuto tecnico, così come accade per la gran parte dei mezzi di comunicazione di massa. Come sarebbe poco intuitivo e chiarificatore definire un quotidiano come un foglio di carta parzialmente coperto di inchiostro, così è un po' riduttivo descrivere Internet come una rete di reti di calcolatori collegate tra loro. In effetti Internet è proprio questo: la somma di molte reti locali sparse per il mondo ed interconnesse tra di loro. D'altro canto, se i quotidiani hanno assunto un valore socialmente rilevante a causa del loro contenuto di informazioni, anche Internet, al di là del puro mezzo tecnico, sia pure notevole, sta assumendo un rilevante valore culturale e sociale.

Internet è uno dei pochi lasciti positivi della guerra fredda. La concezione di base di Internet è stata proposta da P. Baran della RAND Corporation per rispondere alle necessità di collegamento militare sotto un attacco nucleare. L'idea consiste nello sviluppare questa rete di calcolatori assumendone l'inaffidabilità in qualunque momento. Non vi è alcun nodo privilegiato, ma al contrario, ciascuno ha in sé la capacità di reggere il proprio tratto di rete. La struttura complessiva non è né garantita, né nota al singolo nodo locale. L'informazione spezzata in pacchetti che vengono inviati da un nodo al successivo, più o meno nella direzione giusta, ma senza percorsi predefiniti. In questo modo, la rete, se correttamente configurata, garantisce collegamenti in modo assai affidabile, indipendentemente dalla presenza di nodi o collegamenti particolari. Certo si paga un prezzo per questo: la moderata inefficienza di instradamento, ma con la capacità delle moderne linee di collegamento, tale problema è ridotto.

L'aggregazione eterogenea, forse un po' anarchica, che all'inizio costituisce Internet, si sta evolvendo, spinta da uno strumento potente come il WWW [World Wide Web, semplicemente Rete Mondiale], in un fruttoso strumento di circolazione di informazioni, idee e servizi, ancora talvolta complesso da usare, ma potentissimo, una volta che se ne è fatta propria la filosofia e si sono acquisiti i pochi strumenti necessari.

E' accaduto così che molti utenti, lontani tra loro, portando ciascuno un insieme, talvolta limitato, ma sempre utile, di documenti, esperienza, servizi, attività, hanno permesso la formazione di un insieme ricchissimo che comprende campi di conoscenza sempre più vasti e lontani dalla cultura di origine, quella dei calcolatori.

Come detto, internet è la rete di tutte le reti di calcolatori. In altri termini essa può

essere vista come l'insieme di reti geograficamente limitate. Si parte così dalle LAN (Local Area Network), ossia reti locali, presenti per esempio in una azienda o in una città (tipo la rete cittadina di Firenze che collega i maggiori enti pubblici), per passare poi alle WAN (Wide Area Network) che collegano più LAN e quindi geograficamente più estese. Le WAN sono a loro volta collegate da dorsali (più di una dozzina presenti in Italia) facenti riferimento a nodi di smistamento nazionali e sovranazionali. Internet è quindi l'insieme di tutte le WAN connesse tra loro.

Ovviamente, affinché la comunicazione sia possibile fra tutti i calcolatori, è necessario stabilire un protocollo di comunicazione o in altri termini una lingua comune. Il protocollo utilizzato da Internet è il TCP/IP, ossia il Transfer Control Protocol/Internet Protocol, funzionante su reti a commutazione di pacchetto.

Questo significa che il protocollo nel trasmettere i dati li "impacchetta", nel senso che li suddivide in quantità strutturate e controllate, le quali poi vengono rimontate in ordine una volta giunte a destinazione.

In Internet vi sono una serie di servizi di uso comune; l'uso astronomico privilegia alcuni di questi servizi rispetto ad altri.

Il servizio più diffuso è rappresentato dalla posta elettronica (email). E' il servizio più semplice, permette a ciascun utente di inviare e ricevere come messaggi dei files di testo. I messaggi vengono inviati con priorità bassa, in modo da non sovraccaricare la rete. Per come è organizzato, questo servizio può raggiungere anche siti che non hanno collegamenti permanenti, tramite linee commutate, di solito di notte. In tempi recenti ha avuto numerose estensioni (ad esempio tramite la definizione dei tipi MIME) ed è ora possibile inviare testi formattati, immagini, suoni ed animazioni.

Con l'utilizzo della posta elettronica sono nati una specie di forum per le discussioni, tipo le mailing list ed i newsgroup riguardanti argomenti ed interessi specifici.

Oltre al MAIL vi è il servizio FTP (File Transfer Protocol), mediante il quale si possono trasferire file tra calcolatori, anche di notevoli dimensioni.

Il servizio che oggi più comunemente viene associato a Internet è il WWW. Più che un singolo servizio si tratta di un insieme complesso di servizi diversi, integrati tra loro. L'idea base è che da un qualunque documento si possano raggiungere documenti o servizi, sia locali che remoti, in modo uniforme, annullando virtualmente distanze e differenze di calcolatore. E' il servizio che permette a programmi detti "browser" (navigatori), come Mosaic o Netscape, di esplorare la vasta galassia di documenti ipertestuali disponibili. L'idea del WWW è nata al CERN assieme al protocollo HTTP per permettere a scienziati dislocati in tutto il mondo e dotati dei più diversi calcolatori di scambiarsi informazioni dotate di struttura complessa.

Un altro importante servizio, legato all'uso di Unix è il Telnet, che consiste nell'aprire una sessione su una macchina remota sulla quale possiamo lavorare a distanza.

Vi sono poi una serie di servizi che corrono sul WWW quali i motori di ricerca che permettono di rintracciare le informazioni cercate in maniera efficiente. In pratica funzionano come un grosso indice di ciò che offre la rete, permettendo di collegarsi ai siti ricercati, ed in particolar modo a quelli di stampo astronomico.

Potremo così cercare in rete i maggiori Osservatori astronomici, consultare riviste di Astronomia, visitare siti riportanti gli ultimi articoli di interesse scientifico, *abstract*

services e persino un servizio che estrae da un catalogo la mappa fotografica relativa alla fetta di cielo di cui si sono digitate le coordinate astronomiche.

Vi sono poi NED e SIMBAD, cioè due database, rispettivamente di oggetti extragalattici e di stelle che permettono di eseguire ricerche bibliografiche di qualsiasi tipo. Insomma, sulla rete è possibile trovare di tutto e ciò la classifica oramai come uno strumento indispensabile alla ricerca.

Indice

1	Introduzione	2
2	Introduzione generale agli strumenti informatici	2
2.1	Lo Hardware	2
2.2	Il Software	3
2.3	Le Reti	3
2.4	Unix	4
3	Tecniche di programmazione	4
3.1	I linguaggi di programmazione	5
3.2	Caratteristiche dei diversi linguaggi	6
4	Applicativi per l'Astronomia e l'Astrofisica	6
4.1	Applicativi per la riduzione dati	7
5	Uso degli strumenti presenti in rete	8