

Introduzione

Lo sviluppo delle tecnologie legate all'elettronica e all'informatica permette da un lato di avere a disposizione elaboratori caratterizzati da un elevato rapporto qualità/prezzo, dall'altro di poterli utilizzare, tra le altre cose, per eseguire del software dedicato alla modellazione matematica. Le capacità di queste applicazioni, che oltre alla possibilità di effettuare computazioni di complessità non banale permettono di generare grafici a colori in due e tre dimensioni, le rendono ideali non solo per simulare modelli matematici di un sistema, ma anche come strumenti di ausilio alla didattica delle materie scientifiche.

Mathematica integra le capacità sopra indicate in un sistema in cui è possibile memorizzare queste computazioni in documenti, detti **notebook**, dotati di un elevato grado di interattività. Inoltre, in tali documenti le computazioni possono essere alternate con descrizioni testuali di elevata qualità tipografica, contenenti eventualmente anche elementi di tipo attivo, come collegamenti ipertestuali o pulsanti il cui comportamento può essere definito dall'utente. Infine, il sistema è dotato di un proprio linguaggio di programmazione che permette di effettuare computazioni di complessità elevata. Queste caratteristiche permettono di realizzare documenti di supporto alla didattica in cui la comprensione di concetti di complessità anche elevata può essere coadiuvata sia da tecniche di visualizzazione dei concetti stessi sia affiancando questi ultimi con esempi interattivi o esercitazioni guidate per gli studenti.

Il primo capitolo di questo volume descrive i componenti principali di *Mathematica*, soffermandosi sulle modalità che regolano l'interazione con l'utente (includendo il formato in cui vengono visualizzati i messaggi di errore e le modalità di utilizzo della documentazione elettronica). Il secondo capitolo descrive gli elementi fondamentali del linguaggio che costituisce l'interfaccia del sistema con l'utente, soffermandosi sul meccanismo dei **package** che permette di estendere il linguaggio stesso. In particolare, questo capitolo affronta le modalità di esecuzione di semplici calcoli di complessità medio-bassa e descrive i tipi di dati che possono venire elaborati. Il terzo capitolo affronta invece le modalità utilizzabili per descrivere l'input fornito al sistema e l'output da questo prodotto.

I capitoli quarto e quinto descrivono le modalità di esecuzione di computazioni di complessità anche elevata, riferite a particolari ambiti matematici, inquadrando rispettivamente nei contesti del calcolo simbolico e numerico. I capitoli sesto e settimo affrontano due componenti fondamentali su cui si basa l'architettura di *Mathematica*: la definizione di nuove funzioni e l'utilizzo di liste di elementi, intese come aggregazioni di valori eterogenei. L'ottavo capitolo descrive invece le strutture che permettono di realizzare

programmi nel linguaggio di *Mathematica* attraverso i quali risulta possibile effettuare computazioni di complessità medio-alta.

Il nono capitolo è dedicato alla generazione di grafici bidimensionali, mentre il decimo affronta le funzionalità di *Mathematica* che permettono di modificare il modo in cui questi grafici vengono visualizzati. La trattazione degli oggetti grafici è completata dall'undicesimo e dal dodicesimo capitolo, che descrivono rispettivamente la generazione di grafici complessi e l'uso del colore.

Il tredicesimo capitolo è focalizzato sull'importazione e l'esportazione dei dati. Infine, il quattordicesimo capitolo descrive come sia possibile realizzare tramite *Mathematica* dei documenti interattivi i cui utenti possono effettuare computazioni anche complesse attraverso un'interfaccia grafica.

La trattazione alterna spiegazioni a esempi, invitando esplicitamente il lettore a sperimentare mentre apprende i concetti introdotti, implementando il codice descritto e realizzandone delle variazioni. Ogni capitolo è concluso da una serie di esercizi di difficoltà variabile (indicata con uno, due o tre asterischi) che permettono al lettore di confrontarsi con problemi da risolvere in modo autonomo.

Utilizzo all'interno di un corso

Il volume è adatto sia come base per lo studio individuale di *Mathematica* che come riferimento bibliografico per varie tipologie di corsi rivolti al calcolo scientifico. Per esempio, un corso avanzato di modellazione o di simulazione rivolto a studenti che abbiano già acquisito le competenze di base di matematica e di informatica può essere basato su un'analisi approfondita dei capitoli da 1 a 12. Analogamente, una trattazione meno approfondita dei capitoli da 1 a 7 può essere alla base di un corso di supporto agli usuali corsi universitari di matematica e fisica di base. Infine, i capitoli da 7 a 10 possono costituire l'ossatura di un corso avanzato per studenti che vogliono approfondire gli aspetti più complessi di *Mathematica*, essendo già a conoscenza delle sue caratteristiche di base.

Una nota sulle versioni del software

Il volume è stato scritto utilizzando la versione 6 di *Wolfram Mathematica*, anche se le versioni precedenti sono compatibili con la maggior parte degli argomenti trattati. Il testo evidenzia le funzionalità utilizzabili esclusivamente con la nuova versione. Le funzionalità della forma definitiva della versione 6.0, non ancora disponibile nel momento in cui questo libro è stato scritto, potrebbero essere lievemente differenti da quelle descritte nel volume.

Supplementi web

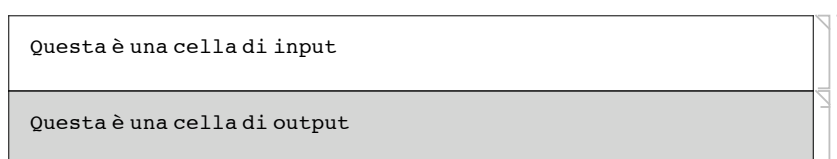
Sul sito web dedicato al testo, accessibile all'indirizzo <http://www.fare-matematica.it>, sono disponibili dei supplementi liberamente scaricabili, tra cui:

- estratti dal libro stampabili a colori;
- un capitolo dedicato alla produzione di grafici dedicato alle versioni precedenti alla 6.0;
- materiale integrativo;
- esempi di codice;
- animazioni realizzate con *Mathematica*.

Dallo stesso sito è possibile accedere al mio sito web, che contiene risorse aggiuntive nella sezione che descrive le mie attività didattiche.

Simbologia utilizzata

La trattazione degli argomenti alterna spiegazioni testuali a esempi di codice, contenuti in celle di input, affiancati ai risultati delle corrispondenti computazioni, racchiusi in celle di output. Questi due tipi di celle sono racchiusi in un riquadro e i loro contenuti sono visualizzati utilizzando un carattere a spaziatura fissa. Le celle di output sono ulteriormente evidenziate da uno sfondo grigio:



Quando è necessario evidenziare dei concetti, il testo corrispondente viene visualizzato nel modo seguente:

Attenzione! All'interno di un riquadro di questo tipo è inserito del testo che descrive concetti che è opportuno evidenziare.

Analogamente, il formato che segue permette di evidenziare i riferimenti ad argomenti collegati sia in altre parti del libro sia in risorse esterne:

Link Un capoverso di questo tipo viene utilizzato per segnalare riferimenti ad altre parti nel volume oppure per indicare risorse esterne, tipicamente sotto forma di siti web.

Inoltre, vengono utilizzate formattazioni particolari per indicare le voci di menu e i nomi dei file (sfruttando un particolare carattere a bastoni, come per esempio in *Evaluation/Evaluate Cells*) e per segnalare dei siti web (i cui indirizzi sono visualizzati in corsivo, come in *<http://www.fare-matematica.it>*).

Infine, quando risulterà necessario fare riferimento a particolari tasti, questi verranno descritti tramite la seguente codifica: \leftarrow e ENTER indicano, rispettivamente, il tasto di “a capo” e il suo equivalente presente nella tastiera numerica, SHIFT uno dei tasti che permette di visualizzare le lettere maiuscole, mentre il simbolo ⌘ verrà utilizzato per denotare l’analogo tasto sui computer Macintosh e il tasto CTRL per gli elaboratori equipaggiati con i sistemi operativi Linux e Windows.

Ringraziamenti

Scrivere un libro, e in particolar modo scriverlo da soli, è un'esperienza provante, gratificante e pericolosa allo stesso tempo, che richiede tempo e attenzione. Desidero quindi ringraziare innanzitutto i miei familiari e i miei colleghi per avermi supportato (e, temo, a volte anche sopportato) in questa piccola impresa. *Mathematica* accompagna le mie attività di ricerca da più di dieci anni: sono venuto a conoscenza della sua esistenza grazie al relatore della mia tesi, Bruno Apolloni, che mi ha sempre incoraggiato ad approfondire la conoscenza e le possibilità applicative di questo potente strumento. Da allora portiamo avanti una gradevole e proficua collaborazione scientifica in cui *Mathematica* rappresenta un ingrediente utilizzato quasi costantemente. Gli sono quindi molto grato, e ho apprezzato la sua disponibilità a scrivere la prefazione.

Il progetto dietro a questo libro inizia qualche anno fa, quando ho avuto l'opportunità, insieme ad alcuni colleghi dell'Università degli Studi di Milano, di organizzare dei corsi di calcolo simbolico. Le dispense che avevo preparato per orientare gli studenti all'interno dell'ampia documentazione disponibile hanno costituito il punto di partenza del lavoro. L'evoluzione di questo materiale nella forma presentata in questo libro è legata all'incontro con Christophe Déplacé durante l'edizione 2006 dell'*International Mathematica Symposium*: è grazie a lui che sono potuto entrare nel programma di beta testing della versione 6.0, descritta in questo volume. È sempre Christophe che mi ha messo in contatto con Joey Costa e, soprattutto, con Maryka Baraka del *Mathematica Author Program* della Wolfram Research, Inc. Il suo supporto è stato indispensabile per riuscire a realizzare l'intero volume utilizzando esclusivamente *Mathematica*.

Un ringraziamento particolare va ad Alessandra Piccardo e Micaela Guerra della Pearson Education, che mi hanno seguito in tutte le fasi del progetto e senza il cui aiuto sicuramente non sarei riuscito a portare a termine questo lavoro.

Sono inoltre debitore verso tutti coloro che hanno letto le versioni preliminari dei vari capitoli: non posso non menzionare Simone Bassis, Marco Foco, Luca Natali, Lorenzo Valerio e Antonio Zippo (scusandomi in anticipo se ho involontariamente dimenticato di includere qualcuno in questo elenco), i cui commenti sono risultati preziosi. Desidero ringraziare in particolare Ottavio D'Antona e Orleo Marinaro, i cui consigli hanno contribuito in modo sostanziale a migliorare i contenuti di questo libro.

Infine, ringrazio tutti coloro che avranno la pazienza di leggere questo libro, che invito a considerare come una guida alla sperimentazione: spero di contribuire, anche solo minimamente, a far percepire loro la bellezza della matematica e dei suoi aspetti computazionali.

Dario Malchiodi
Dipartimento di Scienze dell'Informazione
Università degli Studi di Milano