# Prefazione

La Matematica Numerica è la disciplina che consente di tradurre un problema matematico (nell'ambito di campi quali l'analisi, l'algebra lineare, la teoria dell'approssimazione, la teoria delle equazioni funzionali, l'ottimizzazione, le equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali, etc.), in algoritmi efficienti che ne permettano la risoluzione mediante calcolatore. Essa rappresenta la base fondativa del Calcolo Scientifico per la modellistica e risoluzione di problemi nei più svariati ambiti applicativi, quali quelli dell'Ingegneria, delle Scienze della Vita, delle Scienze Economiche e Sociali. È, per vocazione, una disciplina che si sviluppa in simbiosi con il calcolatore, appoggiandosi a linguaggi di programmazione che consentano di tradurre gli algoritmi in programmi eseguibili.

Questo testo si propone di aiutare lo studente nella transizione fra i concetti teorici e metodologici della Matematica Numerica e la loro implementazione al computer. Con questo obiettivo vengono proposti *Esercizi* da risolvere "con carta e penna", atti a far comprendere meglio al lettore la teoria, e *Laboratori*, in cui per un dato problema si debbono scegliere gli algoritmi più adatti, realizzare un programma in linguaggio Matlab® per la loro implementazione, rappresentare graficamente in maniera idonea i risultati ottenuti dal calcolatore, infine interpretarli ed analizzarli alla luce delle conclusioni che avremmo potuto trarre a priori grazie alla teoria. Per ogni Esercizio e ogni Laboratorio si presenta una risoluzione dettagliata, completata da una ampia discussione critica.

Esercizi e Laboratori vengono proposti per ognuno dei capitoli classici della Matematica Numerica: l'algebra lineare numerica (per la soluzione di sistemi lineari e l'approssimazione di autovalori e autovettori), le equazioni non lineari, l'interpolazione polinomiale, l'integrazione numerica, i problemi differenziali.

Per una migliore fruizione degli argomenti sviluppati, il testo si apre con un'introduzione all'ambiente di programmazione Matlab: il software, le variabili e le operazioni, la manipolazione di vettori e matrici, il controllo di flusso, gli *script* e le *function*, la grafica, la manipolazione di polinomi. Inoltre, ogni capitolo inizia con un richiamo alle definizioni, agli algoritmi e alle proprietà fondamentali che faranno da traccia alla risoluzione di Esercizi e Laboratori. Per una approfondita esposizione di tali richiami, si rimanda a [1]. Inoltre, si farà riferimento ai programmi Matlab utilizzati per il corso di Matematica Numerica tenuto al Politecnico di Milano. Si tratta di file disponibili alla pagina web del corso [2], i quali implementano i metodi

numerici studiati. Sono riconoscibili dal fatto che il nome comincia sempre per `qss` (ad esempio, `qssnewton.m` è il file che implementa il metodo di Newton).

[1] A. Quarteroni, R. Sacco e F. Saleri, *Matematica Numerica*, 3a Ed., Springer, Milano, 2008.
[2] http://mox.polimi.it/it/progetti/pubblicazioni/mnelp/

Il testo contiene infine alcuni *Progetti*. Si tratta di temi di indagine riguardanti applicazioni rilevanti del Calcolo Scientifico, in cui gli strumenti della Matematica Numerica devono essere utilizzati per risolvere problemi specifici. In particolare, tratteremo nel primo progetto i metodi che sono alla base degli algoritmi di *page ranking* dei moderni motori di ricerca e vedremo come i problemi da risolvere possano essere trattati mediante metodi numerici per il calcolo di autovettori o alternativamente con metodi iterativi per sistemi lineari. Oggetto di studio del secondo progetto saranno alcuni problemi legati al campo elettrico fra due conduttori e il calcolo della capacità di un condensatore e in generale le equazioni integrali di seconda specie. La loro risoluzione numerica richiede l'uso di tecniche di interpolazione e quadratura numerica. Il terzo progetto concerne lo studio di sistemi dinamici oscillanti di grande rilevanza in applicazioni elettroniche (ad esempio nel caso dell'oscillatore di van der Pol) e biologiche (come nei modelli di FitzHugh-Nagumo per le correnti neuronali). La risoluzione di questo progetto ci condurrà ad applicare i metodi numerici di discretizzazione di sistemi di equazioni differenziali ordinarie, nonché ad utilizzare opportune tecniche di approssimazione per sistemi di equazioni algebriche non lineari. I progetti richiedono di sviluppare questi temi con una buona dose di creatività a partire dalle nozioni di base trattate in questo volume, fornendo indirettamente ulteriore evidenza al fatto che le tecniche numeriche studiate siano necessarie in vari ambiti delle Scienze e dell'Ingegneria.

Questo testo è scritto per studenti dei corsi di laurea di primo livello in Matematica, Ingegneria, Fisica e Informatica. Molti fra gli Esercizi e Laboratori proposti sono derivati da esercizi e temi d'esame dei corsi di Matematica Numerica insegnati presso il Politecnico di Milano e l'EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale) di Losanna. Ringraziamo pertanto i numerosi colleghi e collaboratori i quali, avendo insegnato questi corsi, hanno contribuito, direttamente o indirettamente, a selezionare il materiale proposto. In particolare, un contributo importante allo sviluppo degli Esercizi e Laboratori va riconosciuto a Marco Discacciati, Edie Miglio e Paolo Zunino. Infine, un ricordo speciale lo rivolgiamo a Fausto, coautore del testo di riferimento [1], per essersi prodigato con la generosità che lo ha sempre contraddistinto anche nella preparazione di Esercizi e Laboratori che hanno aiutato gli studenti ad avvicinarsi alla Matematica Numerica.

Questa seconda edizione contiene numerosi nuovi Esercizi e Laboratori. Vorrei ringraziare in modo particolare Claudia Colciago e Federico Negri per avervi contribuito. Vorrei inoltre ringraziare il mio coautore della prima edizione, Carlo D'Angelo, che nel frattempo ha intrapreso un'altra professione.

Milano e Losanna — Alfio Quarteroni
novembre 2013



http://www.springer.com/978-88-470-5540-7

Matematica Numerica Esercizi, Laboratori e Progetti
Quarteroni, A.
2013, VIII, 414 pagg., Softcover
ISBN: 978-88-470-5540-7