

روش‌های عددی

کامپیوتری

تألیف

وی. راجارامان

ترجمه دکتر حسین آقا حسینی نائینی



انتشارات تکرنگ

Computer Oriented Numerical Methods

Third Edition

V. RAJARAMAN

Prentice-Hall, 2005



انتشارات تکرنگ

روش های عددی کامپیوتری

تألیف وی. راجارامان

ترجمه دکتر حسین آقا حسینی نائینی

ویراسته جلال الدین پاشایی راد

انتشارات تکرنگ، تهران

چاپ اول : ۱۳۸۷

تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه

۳۵۰۰ تومان

لیتوگرافی: مهران نگار

چاپ و صحافی: نماد

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۹۲۲۷۰-۱-۶

ISBN 978-964-92270-1-6

حق چاپ برای نشر تکرنگ محفوظ است.

فهرست نویسی پیش از انتشار

سرشناسه	راجارامان، وی. Rajaraman, V.
عنوان و نام پدیدآور	روش های عددی کامپیوتری / وی. راجارامان؛ ترجمه حسین آقا حسینی نائینی.
مشخصات نشر	تهران: تکرنگ، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	شش، ۲۳۲ ص.
شابک	978-964-92270-1-6
وضعیت فهرست نویسی: فیا	
یادداشت	عنوان اصلی: Computer oriented numerical methods, 3rd ed
موضوع	آنالیز عددی.
موضوع	الگوی سیستم های کامپیوتری.
شناسه افزوده	آقا حسینی نائینی، حسین، مترجم.
رده بندی کنگره	۱۳۸۶ ۹۱۶/۲۹۷ OA
رده بندی دیویی	۵۱۹/۴
شماره کتابشناسی ملی	۱۱۷۴۱۲۰

تهران، خیابان انقلاب، خیابان روانمهر، بین فخررازی و دانشگاه، پلاک ۱۴۱، کدپستی: ۱۳۱۲۸
صندوق پستی ۳۳۶/۳۱۲۵، تلفن ۶۶۶۶۶۸۲۵ و ۶۶۹۶۲۱۸۳-۲، شماره ۶۶۴۱۹۶۰۸

فهرست

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۵	۱- الگوریتم‌های محاسباتی
۵	۱-۱ مقدمه
۷	۲-۱ ساختمان یک کامپیوتر
۱۱	۳-۱ چند مثال از الگوریتم‌ها
۲۰	مسئله‌ها
۲۱	۲- حساب کامپیوتری
۲۱	۱-۲ مقدمه
۲۲	۲-۲ نمایش اعداد با ممیز شناور
۲۴	۳-۲ چهار عمل اصلی با اعداد ممیز شناور بهنجار
۲۷	۴-۲ پیامدهای نمایش اعداد با ممیز شناور بهنجار
۳۱	۵-۲ چند دام در محاسبه
۳۵	۶-۲ خطاهای اعداد
۳۸	۷-۲ نمایش اعداد در مبنای دودویی
۴۲	نتایج
۴۳	مسئله‌ها

صفحه	عنوان
۴۵	۳- روش های تکراری
۴۵	۱-۳ مقدمه
۴۶	۲-۳ آغاز یک روش تکراری
۴۸	۳-۳ روش تنصیف متوالی
۵۲	۴-۳ روش نابجایی
۵۵	۵-۳ روش تکراری نیوتون-رافسون
۶۱	۶-۳ روش وتر
۶۵	۷-۳ روش تقریب های پیاپی
۶۹	۸-۳ مقایسه روش های تکراری
۷۱	۹-۳ حل معادله چند جمله ای
۸۵	۱۰-۳ حل معادله های هم زمان غیر خطی
۹۰	مسئله ها
۹۳	۴- حل دستگاه معادلات خطی
۹۳	۱-۴ مقدمه
۹۳	۲-۴ روش حذفی گوس
۱۰۰	۳-۴ محوری کردن
۱۰۲	۴-۴ معادلات بدخیم
۱۰۲	۵-۴ بهبود جواب به دست آمده از روش حذفی گوس
۱۰۳	۶-۴ روش تکراری گوس - سایدل
۱۰۶	۷-۴ الگوریتمی برای اجرای روش گوس-سایدل
۱۰۹	۸-۴ مقایسه روش های مستقیم و تکراری
۱۱۱	مسئله ها
۱۱۵	۵- درون یابی
۱۱۵	۱-۵ مقدمه
۱۱۶	۲-۵ درون یابی لاگرانژ
۱۲۰	۳-۵ جداول تفاضل
۱۲۹	۴-۵ خطای برشی در درون یابی
۱۳۰	۵-۵ درون یابی خم انعطاف پذیر

صفحه	عنوان
۱۳۹	مسئله‌ها
۱۴۳	۶- تقریب توابع به روش کمترین مربعات
۱۴۳	۱-۶ مقدمه
۱۴۵	۲-۶ برگشت خطی
۱۵۰	۳-۶ الگوریتمی برای برگشت خطی
۱۵۱	۴-۶ چندجمله‌ای برگشتی
۱۵۳	۵-۶ برازش توابع نمایی و مثلثاتی
۱۵۸	مسئله‌ها
۱۶۱	۷- تقریب توابع
۱۶۱	۱-۷ مقدمه
۱۶۲	۲-۷ نمایش سری تیلور
۱۶۵	۳-۷ سری چبیشف
۱۷۰	مسئله‌ها
۱۷۱	۸- مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری
۱۷۱	۱-۸ مقدمه
۱۷۲	۲-۸ فرمول‌هایی برای مشتق‌گیری عددی
۱۷۵	۳-۸ انتگرال‌گیری عددی
۱۷۷	۴-۸ قاعده سیمپسون
۱۸۱	۵-۸ خطاهای فرمول‌های انتگرال‌گیری
۱۸۲	۶-۸ الگوریتم‌هایی برای محاسبه انتگرال تابعی که به صورت جدول درآمده است
۱۸۳	۷-۸ الگوریتم‌هایی برای محاسبه انتگرال یک تابع مشخص
۱۸۸	۸-۸ فرمول تربیع گوس
۱۹۳	۹-۸ مقایسه فرمول‌های انتگرال‌گیری
۱۹۴	مسئله‌ها

صفحه	عنوان
۱۹۷	۹- حل عددی معادلات دیفرانسیل
۱۹۷	۱-۹ مقدمه
۱۹۷	۲-۹ روش اویلر
۲۰۰	۳-۹ روش سری تیلور
۲۰۲	۴-۹ روش های رانگ - کوتا
۲۰۷	۵-۹ فرمول های مرتبه چهارم رانگ - کوتا
۲۰۹	۶-۹ روش پیشگو- اصلاحگر
۲۱۵	۷-۹ معادلات دیفرانسیل مراتب بالاتر
۲۱۹	۸-۹ مقایسه روش های پیشگو- اصلاحگر و رانگ- کوتا
۲۲۰	مسئله ها
۲۲۳	حل مسئله های انتخابی
۲۳۳	نمایه

پیشگفتار ویرایش سوم

استفاده روز افزون از کامپیوترهای رقمی در طراحی‌های مهندسی و تحقیقات علمی در سال‌های اخیر، آموزش و یادگیری روش‌های عددی را همچون آموزش ریاضیات جامع (انتگرال - دیفرانسیل) برای مهندسان و دانش‌پژوهان، مهم ساخته است. به همین علت تعدادی از دانشگاه‌ها مبادرت به معرفی درسی در خصوص روش‌های عددی و برنامه‌نویسی کامپیوتری در دوره‌های تحصیلی کارشناسی علوم و مهندسی کرده‌اند. مهندسان و پژوهشگرانی که در ایام پیش از کامپیوتر تحصیل کرده‌اند نیز نیاز به آموختن این مبحث دارند. این کتاب برای هر دو دسته پژوهندگان در نظر گرفته شده است و خلاصه‌ای از مفاهیم پایه‌ای به کار رفته در پیدایش و پیشبرد روش‌های عددی با تأکید بر گسترش الگوریتم‌های محاسباتی برای حل مسائلی در جبر و حساب دیفرانسیل و انتگرال را ارائه می‌دهد. این کتاب برای دانشجویانی نوشته شده است که دوره مقدماتی حساب دیفرانسیل و انتگرال را گذرانده‌اند.

این کتاب، یک کتاب مرجع و راهنما یا کتاب آشپزی نیست که شامل دستورالعمل‌هایی برای حل مسائل آنالیز عددی باشد. رهیافت این کتاب حصول اطمینان از درک مفهومی روش‌های عددی با تکیه بر بینش هندسی دانشجویان است. در اینجا فرض کرده‌ایم که روش‌های مطرح‌شده، پایه‌ای برای تکوین الگوریتم‌ها به منظور کاربرد با یک کامپیوتر رقمی را فراهم می‌سازد. از این رو، کتاب با بحثی پیرامون مفهوم کامپیوترهای برنامه ذخیره شده شروع و به دنبال آن با فرمول‌بندی الگوریتم‌ها برای حل مسائل ادامه می‌یابد. فرمول‌بندی الگوریتم با ارائه چند مثال به تصویر کشیده شده و از یک زبان الگوریتمی برپایه زبان انگلیسی (و شبیه به پاسکال) برای بیان روال‌های عددی استفاده شده است. این روش با روش بسیاری از کتاب‌ها که در آنها از یک زبان برنامه‌نویسی مانند فرترن و یا از یک نمودار جریان برای بیان الگوریتم‌ها استفاده شده، متفاوت است. از دیدگاه دانشجوی، رهیافتی که در آن از فرترن استفاده می‌شود منجر به درهم آمیختن دو گروه از مفاهیم می‌شود: یک گروه مربوط به گرامر زبان فرترن و دیگری مربوط به منطق الگوریتم‌های محاسباتی. علاوه بر این در میان دانشجویان

تمایلی برای "برداشتن" برنامه‌های فرتن از کتاب و به‌کارگیری آنها در شرایطی که مناسب نیستند، وجود دارد. نمودارهای جریان فضای قابل ملاحظه‌ای را اشغال می‌کنند بدون آنکه به همان نسبت وضوح برنامه را بهبود بخشند. اغلب اوقات نمودارهای جریان ارائه شده، ترجمه برنامه‌های فرتن هستند که در آنها از نام متغیرها یا سایر موارد مربوط به فرتن استفاده می‌شود.

فصل حساب کامپیوتری پس از فصل الگوریتم‌های کامپیوتری ارائه شده است. برای دریافت و درک درستی از مسائل مربوط به گردکردن در محاسبات عددی، درک خوبی از حساب ممیز شناور که در کامپیوترها مورد استفاده قرار می‌گیرد، لازم است. اساس درک اختلاف در رهیافتی که لزوماً بین روش‌های عددی با استفاده از ماشین‌های محاسب رومیزی و کامپیوترها موجود است، در این دو فصل قرار دارد.

مطلب با فصلی پیرامون روش‌های تکرارشونده برای حل معادله‌های جبری و متعالی و فصل دیگری در مورد روش‌های مستقیم و تکرارشونده برای حل دستگاه معادله‌های چند مجهولی، دنبال می‌شود. در هر دو فصل، الگوریتم‌هایی ارائه شده تا چارچوب ذهنی لازم برای مواقعی که روال‌های با گرایش کامپیوتری توسعه می‌یابند را به‌تصویر بکشند و ایجاد توازن بین سهولت برنامه‌نویسی، زمان محاسباتی، حافظه کامپیوتر و خطاهای برشی و گردکردن را نشان دهند.

این مطالب را با فصلی در ارتباط با درونیابی پی می‌گیریم. این فصل نه به دلیل ارتباط آن با کامپیوترها (در حقیقت وقتی کامپیوترها مورد استفاده قرار می‌گیرند، درونیابی کلاسیک به‌ندرت به‌کار گرفته می‌شود)، بلکه به دلیل زیربنای مفهومی که برای اکثر محاسبات عددی به وجود می‌آورد، لحاظ شده است. در ویرایش حاضر (سوم) خم انعطاف‌پذیر مرتبه سوم نیز ارائه شده است.

در فصل بعدی توسعه الگوریتم‌هایی برای برازش یک منحنی بر مجموعه‌ای از نقاط، مورد بحث قرار گرفته است. روش برگشت حداقل مربعات در این فصل بررسی می‌شود.

پس از آن به درونیابی با گرایش کامپیوتری که بر تقریب توابع با سری‌های توانی استوار است، پرداخته ایم. در این فصل نیز بر بنا نهادن یک درک مفهومی تأکید شده

است. در اینجا جزئیات عملیات انجام شده تا رسیدن به نتیجه و فهرست فرمول‌های تقریب مورد بهره‌برداری هیچکدام ارائه نشده‌اند.

فصل بعد، به معرفی روش‌های عددی برای انجام عملیات مشتق و انتگرال‌گیری می‌پردازد. آخرین فصل، حل معادلات دیفرانسیل معمولی با شرایط اولیه را مورد بحث قرار می‌دهد. هر دو روش رانگ-کوتا و پیشگو-اصلاحگر ارائه شده‌اند. هیچ‌گونه تلاشی برای بحث در خصوص معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی با مقدار مرزی به عمل نیامده است. این تصمیم از آن رو گرفته شده که این کتاب تنها مقدمه‌ای مختصر بر روش‌های عددی است و علاوه بر آن خوانندگان برای درک این کتاب فقط نیاز به دانستن حساب دیفرانسیل و انتگرال در سطح مقدماتی دارند.

اولین ویراست این کتاب در ۱۹۷۱ و دومین ویراست در سال ۱۹۸۰ منتشر شد. کتاب حاضر به‌طور کلی بر اساس بازخورد خوانندگان مورد تجدید نظر اساسی قرار گرفته است. در این ویراست تمام فصل‌ها بازنویسی شده‌اند و بخش‌های بیشتری به آن افزوده شده است. تمام الگوریتم‌ها به زبانی شبیه پاسکال بازنویسی شده‌اند.

وی. راجارامان