

جبر خطی پیشرفته

مؤلف:

د. ن. دی. میر

مترجم:

وحید صمد پور (دانشجوی دکتری ریاضی)

دکتر محمد رضا عسکری پور لاهیجی (دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستانه اشرفیه)

حسن پنج مینی (دانشکده فنی و حرفه‌ای شهید رجایی لاهیجان)

حمید عباسقلیان

سرشناسه

: ماير، کارل دين

Meyer, C. D. (Carl Dean)

عنوان و نام پديدآور : جبر خطي پيشرفته/ مولف کارل دي. ماير؛ مترجم وحيد صمدپور... [و ديگران].

مشخصات نشر : لاهيجان : نداي سبز شمال: پژوهشي ديباي دانش، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهري : ۷۱۸ص : مصور، جدول، نمودار.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۷۴-۰۸-۴

وضعيت فهرست نويسي : قيبا

يادداشت : مترجمان وحيد صمدپور، محمدرضا عسکري پور لاهيجي، حسن پنجميني، حميد عباسقليان.

موضوع : جبر خطي

موضوع : ماتريس ها

شماره ايرده : صمدپور، وحيد، ۱۳۴۷، - مترجم

رده بندي کنگره : ۱۳۹۵م ۲۲ج ۱۸۸/۴ QA

رده بندي ديويي : ۵/۵۱۲

شماره کتبشناسي : ۴۱۸۴۸۹۳



جبر خطي پيشرفته

مترجمان: وحيد صمدپور، دکتر محمدرضا عسکري پور لاهيجي، حسن پنجميني، حميد عباسقليان

ناشر: نداي سبز شمال

ناشر همکار: پژوهشي ديباي دانش

چاپ اول: ۱۳۹۵

تيراز: ۱۰۰۰ نسخه

حروفچيني و صفحه آرايي: هنر و انديشه

ليتوگرافي: کتبيبه گيل

چاپ: کتبيبه گيل

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۷۴-۰۸-۴ ISBN:

تمامي حقوق اين اثر محفوظ است. تکثير يا توليد مجدد آن کلاً يا جزئاً، به هر صورت (چاپ، فتوکپي، صوت، تصوير و انتشار الکترونيکي) بدون اجازه مکتوب ممنوع است.

فهرست مطالب

فصل ۱/ معادلات خطی	۱۳
۱,۱ مقدمه	۱۳
۲,۱ حذفی گاوس و ماتریس ها	۱۴
۳,۱ روش گاوس- جردن	۲۶
۴,۱ مسائل مقدار مرزی دو نقطه‌ای	۲۹
۵,۱ کاربردهای روش حذفی گاوس	۳۲
۶,۱ دستگاه های به وضع	۴۳
فصل ۲/ دستگاه های مستطیلی و شکل های پلکانی	۵۱
۱,۲ شکل پلکانی سطوح و رتبه	۵۱
۲,۲ شکل پلکانی سطری و بیل یافته	۵۸
۳,۲ دستگاه های سار	۶۲
۴,۲ دستگاه های همگن	۶۶
۵,۲ دستگاه های ناهمگن	۷۲
۶,۲ مدارهای الکتریکی	۸۰
فصل ۳/ جبر ماتریسی	۸۷
۱,۳ از چین باستان تا آرتور کیلی	۸۷
۲,۳ جمع و ترانپاده	۸۹
۳,۳ خطی بودن	۹۶
۴,۳ چرا به این شیوه انجام می شود؟	۹۹
۵,۳ حاصل ضرب ماتریس ها	۱۰۲
۶,۳ خواص حاصل ضرب ماتریس ها	۱۱۱
۷,۳ ماتریس وارون	۱۲۱
۸,۳ وارون مجموع و حساسیت	۱۲۹
۹,۳ ماتریس های مقدماتی و هم ارزی	۱۳۶
۱۰,۳ تجزیه I.U	۱۴۶
فصل ۴/ فضاهای برداری	۱۶۵
۱,۴ فضاها و زیر فضاها	۱۶۵
۲,۴ چهار زیر فضای اساسی	۱۷۵
۳,۴ استقلال خطی	۱۸۷

۱۹۸	۴,۴ پایه و بعد
۲۱۴	۵,۴ مطالب بیشتر درباره رتبه
۲۲۵	۶,۴ حداقل مربعات کلاسیک
۲۳۹	۷,۴ تبدیلات خطی
۲۵۲	۸,۴ تغییر پایه و تشابه
۲۵۹	۹,۴ زیر فضاهای تغییرناپذیر (ثابت)
۲۶۹	فصل ۵/ نرم، ضرب داخلی و متعامد
۲۶۹	۱,۵ نرم‌های برداری
۲۷۹	۲,۵ نرم‌های ماتریسی
۲۸۶	۳,۵ فضای ضرب داخلی
۲۹۳	۴,۵ بردارهای متعامد
۳۰۶	۵,۵ فرایند گرام-شمر
۳۲۰	۶,۵ ماتریس‌های یکانی متعامد
۳۴۱	۷,۵ تحویل متعامد
۳۵۷	۸,۵ تبدیل فوریه گسسته
۳۸۴	۹,۵ زیر فضاهای مکمل
۳۹۶	۱۰,۵ تجزیه (برد-فضای پوچ)
۴۰۵	۱۱,۵ تجزیه متعامد
۴۱۳	۱۲,۵ تجزیه مقدار منفرد
۴۳۲	۱۳,۵ تصویر متعامد
۴۵۰	۱۴,۵ چرا حداقل مربعات؟
۴۵۴	۱۵,۵ زاویه میان زیر فضاها
۴۶۵	فصل ۶/ دترمینان
۴۶۵	۱,۶ دترمینان
۴۸۱	۲,۶ سایر خواص دترمینان
۴۹۵	فصل ۷/ مقادیر و بردارهای ویژه
۴۹۵	۱,۷ خواص مقدماتی دستگاه‌های ویژه
۵۱۲	۲,۷ قطری‌سازی بوسیله تبدیلات تشابه
۵۳۳	۳,۷ توابع ماتریس‌های قطری شدنی
۵۵۰	۴,۷ دستگاه معادلات دیفرانسیل
۵۵۷	۵,۷ ماتریس‌های نرمال
۵۶۸	۶,۷ ماتریس‌های معین مثبت

۷,۷	ماتریس‌های پوچتوان و ساختار ژوردان	۵۸۶
۸,۷	فرم (شکل) ژوردان	۵۹۹
۹,۷	توابع ماتریس‌های قطری نشدنی	۶۱۲
۱۰,۷	معادلات تفاضلی، حدود و جمع‌پذیری	۶۳۰
۱۱,۷	چندجمله‌ای‌های مینیمم و روش‌های کریلوف	۶۵۷
فصل ۸	نظریه پرون - فرو بنیوس در ماتریس‌های نامنفی	۶۷۷
۱,۸	مقدمه	۶۷۷
۲,۸	ماتریس‌های مثبت	۶۷۸
۳,۸	ماتریس‌های نامنفی	۶۸۴
۴,۸	مارکس‌های تصادفی و زنجیره‌های مارکوف	۷۰۲

پیشگفتار نویسنده

چارچوب

گاوس در پاسخ به انتقاد فقدان انگیزش در نوشته‌هایش خاطرنشان کرد معماران بزرگ زیبایی کارشان را با باقی گذاشتن داربست‌ها در محل پس از اتمام کار از بین نمی‌برند. فلسفه وی بر آموزش تفصیلی ریاضیات در قرون نوزدهم و بیستم معطوف می‌شد و این فلسفه هنوز هم در کتاب‌های ریاضی سطح متوسط به بالا یافت می‌شود. امروزه زیبایی ذاتی و طبیعتی ریاضیات با دور شدن از دیدگاه‌های گاوس تقریباً کم‌رنگ شده است و مانند بیشتر امورات زنی، عموماً تقدیر بر ادراک بدست آمده از نبوغ مقدم‌تر است و این چارچوب در ریاضیات نیز مشاهده می‌شود.

هدف، تمایز و رقابت

هدف این کتاب ارائه ندریه‌ها، جدید و کاربردی جبر خطی برای دانشجویان رشته‌های ریاضی، مهندسی یا علوم کامپیوتری است. این کتاب به کمک postcaloulus می‌باشد. چون جبر خطی معمولاً بین دوره‌های حل مسائل پایه‌ای نظیر حساب با معادلات دیفرانسیل و دوره‌های پیشرفته‌تر قرار می‌گیرد، لذا رقابت آموختن جبر خطی کاربرد زیادی برای دانشجویان در درک موضوع را عیان می‌سازد. هدف عمده این کتاب تأثیر بلاغی رقابت و اختلاف بین ریاضیات پایه و پیشرفته‌تر می‌باشد.

دقت بالا و تفکر

برای مشخص کردن سهم چارچوب، روایات، مثال‌ها و خلاصه‌ها به جای تعاریف رسمی، قضایا و بسط مفصل اثبات‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. اما وقتی مثال‌های مناسب به جای اثبات‌های مشکل می‌تواند تأثیر بیشتری در درک مطالب داشته باشد و رسمی حالت ارزشمند کلاس را نمی‌توان با تمرکز بر جزئیات نظری تلف نمود، معتقدم که دانشجوی فرهیخته علمی می‌بایست در معرض تفکر ریاضیاتی منطقی و با دقت فرار گیرد و اگر منطق و دقت قرار است جایی مورد استفاده قرار گیرند یقیناً آنجا کتاب‌های درسی است. بنابراین حتی وقتی که منطق و دقت مدنظر نباشد همواره از اهمیت برخوردار هستند. تعاریف رسمی - قضیه - اثبات طراحی شده استفاده نمی‌شوند ولی با این حال فضاها، تعاریف و اثبات‌ها وجود دارند و زمانی که تجربه دانشجو زیاد شود تثبیت می‌شوند تلاش وافر صورت گرفته تا حتی‌الامکان از

استدلال‌های دوری، مطالب بحث نشده و مطالب وابسته به دانسته‌های قبلی چشم‌پوشی شود ولی با این حال در برخی از موضوعات مثل ۲- درم، تریس‌ها که قبل از مقادیر ویژه و مقادیر منفرد ارائه شده سعی گردیده به طور کامل بررسی گردد. برای جبران سعی کرده‌ام فضاهای کافی جهت تبادل نظر فراهم آورم تا استاد (مربی) بتواند کاستی را با رجوع به اطلاعات قبلی رفع و در جهت بهبود آموزش دانشجویان گام بردارد.

قابلیت‌ها و انعطاف‌پذیری

در این کتاب مطالبی نسبتاً جامع از جبر خطی و کاربردی آن ارائه شده است و در نتیجه مطالب کتاب را تر از یک ترم تحصیلی می‌باشد. به هر حال کتاب از این قابلیت برخوردار است که بدون به هم خوردن پیوستگی مطالب به آسانی برای دوره‌های مختلف به کار برده شده است.

هر بخش شامل مثال‌ها، پایه‌های همراه با توضیحات کامل، مثال‌ها و تمرینات می‌باشد ولی علاوه بر این بخش‌ها حاوی مثال‌ها و تمرینات دشواری است که می‌تواند سکوی پرتاب دانشجویان علاقمند به سطوح بالاتر باشد.

تمرینات طراحی شده فقط به منظور تفکر دانشجویان حول مطالب همان بخش نیست بلکه مسایل طوری طراحی شده که با راه‌های ارائه مطالب بخش‌های آتی هموار می‌سازد و هدف از این کار آماده کردن ذهن دانش‌جو است.

برای مثال برای دانشجویان دوره کارشناسی در یک و نیم سال تحصیلی می‌توان از مطالب پایه‌ای در فصل ۱ (معادلات خطی) فصل ۲ (دستگاه‌های مثلثی و شکل پلکانی) فصل ۳ (جبرها ترسیمی) فصل ۴ (فضاهای برداری) فصل ۵ (برهه ضرب داخلی و تعامد) فصل ۶ (دترمینال‌ها) و فصل ۷ (مقادیر و بردارهای ویژه) استفاده نمود.

سطح دوره و میزان دقت را می‌توان با انتخاب و تعمق در بخش‌های ۵ و ۷ کنترل نمود. دوره‌های سطح بالاتر را می‌توان با مروری بر فصل‌های (۱ و ۲ و ۳) همراه با بررسی عمیق تر فصل‌های ۴ و ۵ و ۷ انجام داد.

برای دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد می‌توان روی بخش‌های اخیر فصل‌های ۴ و ۵ و ۷ و فصل ۸ (نظریه پرون - فرونیوس) تمرکز کرد. برای یک دوره فنی شامل دو ترم، می‌توان کل کتاب را تدریس نمود.

معنا و مفهوم ((کاربرد)) چیست؟

بسیاری بر این عقیده‌اند که جبر خطی قلب علوم کاربردی است ولی دیدگاه‌های متفاوتی در رابطه با مفهوم جبر خطی کاربردی وجود دارد.

دیدگاه‌های آکادمیک معمولاً با دیدگاه‌های عملی یکسان نیست. در یک نظرسنجی انجام شده توسط SIAM در تدارک برای یکی از کنفرانس‌های SIAM در زمینه جبر خطی کاربردی از گروه‌های مختلف نمادهای علمی بین‌المللی و سازمان‌های دولتی در خصوص چگونگی نمود جبر خطی در کارهای عملی سؤال شد. اندیشه بیشتر افراد پاسخگو استفاده بهینه از جبر خطی در صنایع کاربردی و کارهای آزمایشگاهی شامل توسعه، تحلیل و اجرای الگوریتم‌های عددی همراه با مدل‌سازی‌های گسسته و آماری بود. کاربردهای این کتاب انعکاس این مفاهیم می‌باشد.

پروژه‌های محاسباتی:

کاربردهای محاسباتی به درک مفاهیم کمک می‌کنند و به همین خاطر تمرینات بسیاری گنجانده شده که می‌توانند با وضعیت‌های آزمایشگاهی ترکیب شوند. اما هدفم نوشتن کتاب ریاضی بود که کاملاً قابل دسترس باشد. فلذا این آرمان را با در آمیختن مطالب با زبان‌ها و بسته‌های کامپیوتری خاص تلاش ساختم. ستم به قدری هست که اجازه دهد به خاطر آورم برای کتاب‌های حساب و جبر خطی کاربردی، ستم بر اساس زبان‌های Fortran و ADL که در سال‌های ۱۹۷۰ به بعد به بازار آمد چه انتظاری افتاد. این کتاب آموزنده‌ای با محیطی قابل انعطاف است که به یک دستیار محاسباتی اجازه می‌دهد هر یک از بسته‌ها و نظام‌نامه‌های ارائه شده را در رابطه با مطالب این کتاب مورد استفاده قرار دهند.

تاریخچه

سرانجام، بر این باورم که حرکت در چارچوب بدون آزمون مطالبی درباره افرادی که ساختارهای علمی را پدید آورده اند، دانشجو را از بخش مهمی از میراث ریاضی محروم خواهد ساخت که ریاضیات را به سمت و سوی بی‌عاطفگی سوق خواهد داد. این لحاظ تلاش کردم تا مطالبی درباره زندگی افرادی که در توسعه و کاربردهای جبر خطی نقش داشته‌اند بیان نمایم. ولی همان‌گونه که تشخیص دادم این کار فوق‌العاده مشکل است زیرا نوشتن تاریخچه شرحی از حقایق به جای عبارت‌های دقیق است.

ضمایم

همراه این کتاب که یک کتابچه حل مسائل و یک CD ضمیمه می‌باشد (ضمایم مربوط به متن لاتین می‌باشد و ضمیمه ترجمه نیست ولیکن ترجمه حل المسایل کتاب در آینده‌ای نزدیک در دسترس علاقمندان قرار خواهد گرفت).

کتاب حل مسائل شامل جواب مسائل ارائه شده در متن کتاب است این کتاب مکمل فرایند آموزشی بوده و به جای ارائه پاسخ، جواب‌ها با جزئیات کامل مورد بحث قرار گرفته‌اند. CD که توسط ویکی کلدن و پرسنل SIAM تهیه شده، شامل خود کتاب به همراه حل تمرینات در قالب PDF می‌باشد. این نسخه الکترونیکی کتاب کاملاً قابل جستجو می‌باشد. با کلیک موس خواننده می‌تواند به صفحه ارجاع داده شده قضیه، تعریف یا اثبات رفته و سپس به جمله شامل قسمت ارجاع داده شده برگردد.

این کار یادگیری را سریع و مؤثر می‌سازد علاوه بر این CD شامل مطالبی است که ملاحظات تاریخی موجود در کتاب را مفصل شرح داده و آنها را به مجموعه زیادی از عکس‌ها، تصاویر و نمودارها و امثله‌ها پیوند می‌دهد.

SIAM

از سازمان SIAM پرسنل آن که افتخار انتشار این کتاب را به اینجانب دادند کمال تشکر را دارم. اهداف، فلسفه و آسایش‌های SIAM را پذیرفتم چرا که هیچ سازمان و نهادی را در جهان به منظور انتشار این کتاب به من ندیدم، ویژه از خانم ویکی کارن، ناشر SIAM بسیار ممنوم چرا که فداکاری مستمر و همراهی و صبری ایشان مرا به نوشتن این کتاب بیشتر ترغیب نمود. برای به ثمر رسیدن این پروژه پرسنل با استعداد SIAM بیش از حد معمول با من همکاری داشتند. این گروه عبارتند از:

Lois sellers	طراح روی جلد
Michelle Motyomery and Kathleen Lebianca	تبلیغات و بازاریابی
Laura Helfrich and David Comden	طراحی و کپی CD-ROMها
Mariam Will and Deborah Paulson	کپی و رایت زندگی‌نامه‌ها
KellyCuomo	لنیک CD-ROMها
Kelly Thomas	مدیر ویرایش کتاب

و تشکر ویژه از Jin Anderson به خاطر چشمان تیزبین عقاب گونه‌اش در مروری بر این کتاب.

سپاسگذاری

این کتاب حاصل چندین سال تدریس در رشته‌های مختلف به هزاران دانشجوی دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد می‌باشد. از تمامی همکاران و دانشجویانم که با انتقادات سازنده و اصلاحات پیشنهادی و حمایت‌های معنوی حامی ام بودند سپاسگذارم و امیدوارم در آینده نزدیک احساسم را به آنان ابراز نمایم.

ممنون دانشجویانم هستم که با ارتباطات و پیشنهادات خود باعث بهبود و پیشرفت کاری من شدند به ویژه از Michele Benli تشکر می‌کنم. بالطبع هر نویسنده‌ای از نویسندگان پیشین تأثیر فراوان می‌پذیرد در مورد شخص من این نویسندگان عبارتند از:

Gillstrong, Jim Ortega, Gene Golub, Charlie Vanloon, Leonid Mirsky, Ben Noble, Roger Harn, Charlie Janson, Peter Lancaster, Paul Halmos, Franz Holm, Richard Bellman, Nich Rose, Pete Stewart.

تشکر به این خاطر که روشنگر راهم بودند.

تشکر ویژه‌ام را تقدیم دو تن از بهترین معلمانم Richard و Franklin A.Grayball و J.Painter می‌نمایم که به پسر کشاورز کلورادویی به منظور رسیدن به اهدافش کمک‌های فراوان نمودند.

در نهایت نه این کتاب و نه هیچ کدام از آثار دیگرم بدون علاقه و کمک و همکاری Bethany و دوستان دیگر و همسرم میسر نمی‌شد. من این کتاب را به Bethany و بچه‌هایمان Martin و Holly و نوه‌هایمان Margaret و Alisan و به والدینم Carl Meyer و Louise Meyer تقدیم می‌کنم.

Carl D. Meyer

۱۹ آوریل ۲۰۰۴