



بهینه‌سازی محدب

جلد ۲ (کاربردها و الگوریتم‌ها)

نویسندگان

استفان بوید

لایون وندنبرگ

مترجمان

دکتر جعفر پوررستم

استادیار دانشکده مهندسی برق و رایانه دانشگاه تبریز

مهندس سیدحسین موسوی

دانشجوی دکتری مخابرات سیستم دانشگاه تبریز

انتشارات دانشگاه تبریز

تبریز - ۱۳۹۹

بویداستیون پی، ۱۹۵۸- م. Boyd, Stephen P. 1958-
 بهینه‌سازی محدب/ نویسندگان استفان بوید، لایون وندنبرگ؛ مترجم جعفر پوررستم،
 سیدحسین موسوی، میرمهدی صفری؛ ویراستار ادبی محمدرضا عابدی.
 تبریز: دانشگاه تبریز، انتشارات، ۱۳۹۹.
 ج۲: مصور، جدول.
 انتشارات دانشگاه تبریز
 دوره: ۶-۹۳-۸۸۶۴-۶۰۰-۹۷۸ : ج. ۱: ۳-۹۳-۸۸۶۴-۶۰۰-۹۷۸ :
 ج. ۲: ۰-۹۵-۸۸۶۴-۶۰۰-۹۷۸

سرشناسه
 عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر
 مشخصات ظاهری
 فروست
 شابک

فیبا وضعیت فهرست نویسی
 عنوان اصلی: Convex Optimization, c2004.
 جلد دوم کتاب حاضر توسط جعفر پوررستم و سیدحسین موسوی ترجمه شده‌است.
 کتاب حاضر قبلاً با همین عنوان با ترجمه حنان لهراسبی توسط دانشگاه شاهد، معاونت
 پژوهش و فناوری، مرکز چاپ و انتشارات در سال ۱۳۹۹ به صورت تک جلدی منتشر شده
 است.

یادداشت
 یادداشت
 یادداشت

ج۱: مباحث نظری، ج۲: کاربردها و الگوریتم‌ها.

مندرجات

بهینه‌سازی ریاضی
 Mathematical optimization:

موضوع
 موضوع

توابع محدب

موضوع

Convex functions:

موضوع

وندنبرگ، لیون، ۱۹۶۴- م.

شناسه افزوده

Vandenbergh, Lieven, ۱۹۶۴-

شناسه افزوده

پوررستم، جعفر، ۱۳۵۷-، مترجم

شناسه افزوده

موسوی، سیدحسین، ۱۳۶۲-، مترجم

شناسه افزوده

دانشگاه تبریز، انتشارات

شناسه افزوده

Q4۴۰۲/۵

رده بندی کنگره

۵۱۹/۴

رده بندی دیویی

۷۵۹۹۹۶۷

شماره کتابشناسی ملی

فیبا

وضعیت رکورد

www.ketab.ir



بهینه سازی محدب ج. ۲ کاربردها و الگوریتم‌ها

استفان بوید - لایون وندنبرگ

تألیف:

دکتر جعفر پوررستم - مهندس سیدحسین موسوی

ترجمه:

دکتر محمدرضا عابدی

ویراستار ادبی:

انتشارات دانشگاه تبریز، ۷۹۲

ناشر و فروست:

شهریور ۱۴۰۰-اول

تاریخ و نوبت چاپ:

۵۰۰ نسخه

شمارگان:

۶-۹۳-۸۸۶۴-۶۰۰-۹۷۸

شابک دوره:

۰-۹۵-۸۸۶۴-۶۰۰-۹۷۸

شابک جلد ۲:

۱۰۰۰۰۰ ریال

قیمت:

http://pprs.tabrizu.ac.ir

سایت:

اداره چاپ دانشگاه تبریز

لیتوگرافی، چاپ و صحافی:

سحرالسادات موسوی

طراح جلد:

این اثر مشمول قانون حمایت از مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر شخص حقیقی یا حقوقی که تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر منتشر، پخش، عرضه، تکثیر یا تجدید چاپ نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نشانی: تبریز، بلوار ۲۹ بهمن، دانشگاه تبریز - تلفن: ۰۴۱۳۳۹۲۶۵۵ و ۰۴۱۳۳۳۹۵۰۱
 نمابر: ۰۴۱۳۳۳۹۴۱۱۹ آدرس پست الکترونیکی: publication@tabrizu.ac.ir

فهرست

پیش‌گفتار نویسنده

پیش‌گفتار مترجمان

بخش ۲ کاربردها

فصل ششم

تقریب و برازش

- ۹-۱ تقریب نرم ۹
- ۶-۲ مسأله‌های گرم کمینه ۲۳
- ۶-۳ تقریب تنظیم‌شده ۲۶
- ۶-۴ تقریب مقاوم ۳۸
- ۶-۵ تابع برازش و درونیابی ۵۰
- ۷۱ کتاب‌شناسی ۷۱
- ۷۲ تمرینات ۷۲

فصل هفتم

تخمین آماری

- ۷-۱ تخمین توزیع پارامتری ۸۱
- ۷-۲ تخمین توزیع غیرپارامتری ۹۱
- ۷-۳ طراحی آشکارساز بهینه و آزمایش فرض ۹۷
- ۷-۴ کران‌های چبی‌شف و چرنوف ۱۱۰
- ۷-۵ طراحی آزمایش ۱۲۳
- ۱۳۳ کتاب‌شناسی ۱۳۳
- ۱۳۴ تمرینات ۱۳۴

پیش‌گفتار نویسنده

این کتاب در مورد بهینه‌سازی محدب، دسته خاصی از مسائل بهینه‌سازی ریاضی، است که شامل مسائل حداقل مربعات^۱ و برنامه‌ریزی خطی می‌شود. به‌وضوح روشن است که مسائل حداقل مربعات و برنامه‌ریزی خطی، تئوری نسبتاً کاملی دارند که در انواع کاربردها پیش می‌آیند و می‌توانند به‌شکل موثری به‌طور عددی حل شوند. نکته اساسی کتاب این است که همان روند را می‌توان برای کلاس بزرگ‌تری از مسائل بهینه‌سازی محدب به‌کار گرفت.

درحالی‌که ریاضیات بهینه‌سازی محدب در حدود یک قرن مورد مطالعه قرار گرفته است، پیش‌رفت‌های مرتبط اخیر علاقه‌مندی جدیدی را نسبت به موضوع شبیه‌سازی کرده‌اند. اولین بازشناسی این بود که روش‌های نقطه داخلی، برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی در ۱۹۸۰ توسعه یافتند، روش‌هایی که می‌توانند برای حل مسائل بهینه‌سازی محدب مورد استفاده قرار گیرند. این روش‌های جدید ما را قادر می‌سازند تا برخی کلاس‌های جدید مسائل بهینه‌سازی محدب، مانند برنامه نیمه‌معیّن و مخروط مرتبه‌دوم را تقریباً به‌سادگی برنامه‌ریزی خطی حل کنیم.

پیش‌رفت دوم کشف این نکته است که مسائل بهینه‌سازی محدب (فراتر از حداقل مربعات و برنامه‌ریزی خطی) در عمل رایج‌تر از آن‌چه قبلاً تصور می‌شد، هستند. از سال ۱۹۹۰ بسیاری از کاربردها در زمینه‌هایی نظیر سیستم‌های کنترل اتوماتیک، تخمین و پردازش سیگنال، ارتباطات و شبکه‌ها، طراحی مدار الکترونیکی، تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی، آمار و امور مالی کشف شده‌اند. همچنین بهینه‌سازی محدب کاربرد گسترده‌ای در بهینه‌سازی ترکیبی و بهینه‌سازی سراسری پیدا کرده است که از آن برای پیدا کردن کران‌های مقدار بهینه و همچنین جواب‌های تقریبی استفاده می‌شود. ما معتقدیم که بسیاری از کاربردهای دیگر بهینه‌سازی محدب، هنوز در انتظار کشف می‌باشند.

مزایای زیادی برای شناسایی یا فرمول‌بندی یک مسأله به‌عنوان مسأله بهینه‌سازی محدب وجود دارد. اساسی‌ترین مزیت این است که مسأله می‌تواند با به‌کارگیری روش‌های نقطه داخلی و یا روش‌های بهینه‌سازی محدب خاص دیگر، به‌شکلی بسیار قابل اعتماد و کارا، حل گردد. این روش‌های حل به اندازه کافی قابل اعتمادند که می‌توانند در یک ابزار طراحی یا تجزیه و تحلیل رایانه‌ای یا حتی یک سیستم کنترل واکنش‌پذیر یا اتوماتیک زمان واقعی تعبیه شوند. همچنین، مزایای نظری یا مفهومی برای فرمول‌بندی یک مسأله به‌عنوان مسأله

بهینه‌سازی محدب وجود دارد. به عنوان مثال، مسأله دوگان متناظر، اغلب تفسیر جالبی از مسأله اصلی ارائه می‌دهد و گاهی اوقات منجر به روشی کارآمد یا توزیع شده برای حل آن می‌شود.

از دیدگاه ما بهینه‌سازی محدب به اندازه کافی یک موضوع مهم است که هر کس که از ریاضیات محاسباتی استفاده می‌کند، باید اطلاعات حداقلی در مورد آن داشته باشد. علاوه بر این، طبیعتاً پس از جبر خطی پیش‌رفته (موضوعاتی مانند حداقل مربعات، مقادیر منفرد) و برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی محدب موضوع مهم بعدی است.

هدف این کتاب

در بسیاری از روش‌های بهینه‌سازی عام، رویکرد معمول این است که فقط روش را روی مسأله آزمایش کنیم تا حل شود. در مقابل، برخورداری از همه مزایای بهینه‌سازی محدب فقط زمانی اتفاق می‌افتد که مسأله از قبل محدب باشد. البته، بیش‌تر مسائل بهینه‌سازی محدب نیستند و ممکن است تشخیص مسأله که محدب‌اند یا اصلاح یک مسأله به‌طوری‌که مسأله جدید محدب گردد، دشوار باشد.

هدف اصلی ما این است که به خواننده کمک کنیم تا دانش کاری خود را در زمینه بهینه‌سازی محدب افزایش دهد؛ یعنی مهارت‌ها و زمینه موردنیاز برای شناسایی، فرمول‌بندی و حل مسائل بهینه‌سازی محدب را توسعه دهد.

توسعه دانش کاری بهینه‌سازی محدب، به‌خصوص برای خواننده‌ای که عمده‌تاً علاقه‌مند به برنامه‌های کاربردی است، می‌تواند از دید ریاضی مورد تقاضا باشد. با تجارب ما سرمایه‌گذاری (عمده‌تاً برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی در مهندسی برق و علوم رایانه)، اغلب بازدهی خوب و گاهی اوقات نتیجه بسیار خوبی دارد.

چندین کتاب در مورد برنامه‌ریزی خطی و به‌طور کلی در برنامه‌ریزی غیرخطی وجود دارد که بر فرمول‌بندی مسأله، مدل‌سازی و کاربردها تمرکز کرده‌اند. چندین کتاب دیگر، تئوری بهینه‌سازی محدب، یا روش‌های نقطه داخلی و تحلیل پیچیدگی آن‌ها را پوشش می‌دهند. این کتاب حالت بینابینی دارد و کتابی است که در مورد بهینه‌سازی محدب کلی که بر فرمول‌بندی مسأله و مدل‌سازی تمرکز دارد.

البته این متن در مورد تحلیل، یا ریاضیات بهینه‌سازی محدب بحث نمی‌کند؛ چندین کتاب هستند که این موضوعات را به‌خوبی پوشش داده‌اند. کتاب حاضر همچنین در باب بررسی الگوریتم‌های بهینه‌سازی محدب بحث نمی‌کند. در عوض ما فقط چند الگوریتم خوب را

انتخاب کرده‌ایم و تنها نسخه‌های ساده و سبک آن‌ها را توصیف می‌کنیم (که البته در عمل به‌خوبی کار می‌کنند). ما هیچ تلاشی برای پوشش جدیدترین روش‌های نقطه داخلی (و روش‌های دیگر) برای حل مسائل محدب ننموده‌ایم. مسائل پیاده سازی عددی نیز بسیار ساده مطرح شده‌اند، البته احساس می‌کنیم که اجراهای (پیاده‌سازی‌های) کاربردی برای کاربر بالقوه مناسب است، به همین جهت، در برخی موارد تکنیک‌هایی را برای بهره‌برداری از ساختار برای بهبود کارایی روش‌ها ارائه داده‌ایم. همچنین، تئوری پیچیدگی الگوریتم‌هایی را که شرح می‌دهیم، با بیش از یک روش ساده پوشش نمی‌دهیم. با این حال، به معرفی ایده‌های مهم خودآزمایی و تحلیل پیچیدگی برای روش‌های نقطه داخلی می‌پردازیم.

مخاطبان

این کتاب برای محقق یا مهندسی است که از بهینه‌سازی ریاضی یا به‌طور کلی ریاضیات محاسباتی استفاده می‌کند. پس به‌طور طبیعی، مخاطبان شامل افرادی هستند که به‌طور مستقیم با تحقیق در عملیات و بهینه‌سازی کار می‌کنند و همچنین بسیاری دیگر که از بهینه‌سازی در زمینه‌هایی مثلاً علوم رایانه، اقتصاد، امور مالی، آمار، داده‌کاوی و بسیاری از علوم و مهندسی استفاده می‌کنند. تمرکز اصلی ما بر روی گروه بعدی، یعنی کاربران بالقوه بهینه‌سازی محدب است و کارشناسان (با تعداد کمتر) در زمینه بهینه‌سازی از نقطه تمرکز ما خارج‌اند.

تنها پیش‌زمینه موردنیاز خواننده، دانش کافی از محاسبات پیش‌رفته و جبرخطی است. اگر خواننده تحلیل‌های ریاضی پایه (مثل نرم‌ها، هم‌گرایی، توپولوژی مقدماتی) و نظریه احتمال پایه‌ای را بلد باشد، می‌تواند هر استدلال و بحثی را در کتاب دنبال کند. با این وجود، امیدواریم خوانندگانی که تحلیل و احتمال را یاد نگرفته‌اند، می‌توانند تمام ایده‌های اساسی و نکات مهم را دریافت کنند. پیش مطالعه محاسبات عددی یا بهینه‌سازی موردنیاز نیست، زیرا تمام مواد موردنیاز این حوزه‌ها را در متن یا پیوست‌ها ارائه می‌دهیم.

به‌کارگیری این کتاب در دوره‌های آموزشی

امید است که این کتاب بتواند به‌عنوان کتاب اصلی یا جای‌گزین برای چندین دوره آموزشی مفید واقع شود. از سال ۱۹۹۵ از پیش نویس اصل انگلیسی این کتاب برای دوره‌های کارشناسی در زمینه بهینه‌سازی خطی، غیرخطی و محدب (با کاربردهای مهندسی) در استنفورد و UCLA استفاده شده است. لذا، کتاب می‌تواند بیش‌تر مواد را، اگر چه نه به‌طور

دقیق، در یک چهارم دوره کارشناسی پوشش دهد. یک دوره نیمسال امکان می‌دهد تا کاربردهای بیش‌تر با تلقی دقیق‌تر از نظریه و شاید یک پروژه دانشجویی کوتاه اجرا گردد. در صورت ادامه در ترم بعدی تلقی گسترده‌ای از موضوعات اساسی‌تر مانند برنامه‌ریزی خطی و درجه‌دوم (که برای دانشجویان کاربرد محور بسیار مفید است) و یا یک پروژه دانشجویی مهم‌تر امکان‌پذیر می‌گردد.

این کتاب همچنین می‌تواند به‌عنوان متن مرجع یا جای‌گزین برای یک دوره سنتی در مورد بهینه‌سازی خطی و غیرخطی، یا یک دوره در سیستم‌های کنترل (و یا حوزه‌های کاربردی دیگر) استفاده شود، که شامل برخی مباحث بهینه‌سازی محدب می‌گردد. به‌عنوان یک متن ثانویه در دوره‌های با محوریت نظری در مورد بهینه‌سازی محدب، می‌توان از این کتاب به‌عنوان منبع مثال‌های عملی ساده بهره جست.

استفان بوید

استنفورد کالیفرنیا

لایون وندنبرگ

لوس آنجلس کالیفرنیا