

تحقیق در عملیات (۲)

مؤلف

مرتضی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان



انتشارات آرمه

سرشناسه : قمی اوپلی، مرتضی، ۱۳۶۴
 عنوان و نام پدید آور : تحقق در عملیات (۲)/تالیف: مرتضی قمی اوپلی
 مشخصات نشر : تهران : ترمه، ۱۳۹۱
 مشخصات ظاهری : ۶۳۲ص، جدول، نمودار
 شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۸-۲۵۹-۱
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 موضوع : تحقق در عملیاتی
 موضوع : تحقق در عملیاتی-راهنمای آموزشی(عالی)
 موضوع : برنامه نویسی(ریاضیات)
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۱ ۳۱۵/۶T۵۷
 رده بندی دیویی : ۰۰۳/۰۷۲
 شماره کتابشناسی : ۲۷۷۲۳۲۵



♦ نام کتاب: تحقق در عملیات (۲)
 ♦ مؤلف: مرتضی قمی اوپلی
 ♦ صفحه آرائی: مینا طاهری
 ♦ طراح جلد : روجا غمگسار
 ♦ نوبت چاپ : چاپ اول ۱۳۹۱
 ♦ ناشر : انتشارات ترمه
 ♦ تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه
 ♦ لیتوگرافی: فرانقش
 ♦ چاپ و صحافی : رسام - چاوش
 ♦ قیمت : ۱۲۵۰۰۰ ریال
 ♦ شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۸-۲۵۹-۱

آدرس ناشر: تهران- خ انقلاب- خ ۱۲ فروردین، پلاک ۲۹۰

تلفن: ۶۶۴۱۷۳۴۶ - ۶۶۹۶۳۳۰۱

دفتر فروش انتشارات ترمه: تهران- خ انقلاب- خ ۱۲ فروردین- خ وحید نظری، پلاک ۱۲۶

تلفن: ۶۶۴۰۱۷۸۳ - فکس ۶۶۴۹۶۶۲۸

www.termehpub.ir Info @ termehpub.ir

کلیه حقوق برای انتشارات ترمه محفوظ است

با یادش

بیش از پنجاه سال است که از ابداع تحقیق در عملیات به عنوان ابزاری برای بهینه‌سازی می‌گذرد. در کشور ما، اساتید برجسته‌ای همچون مرحوم پروفسور اصغرپور و مرحوم پروفسور آریانزاد، سالیان متمادی، تمامی تلاش خود را جهت معرفی و هر چه بهتر پیش‌بردن این علم به کار برده‌اند.

کتاب حاضر، شامل مباحث اصلی تحقیق در عملیات ۲، منطبق بر مصوبه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد که بر طبع آن سرفصل‌ها، این درس در رشته مهندسی صنایع بایستی ارائه گردد. در این کتاب، با استفاده از تمامی مراحلی مهم و تجربه اینجانب، تلاش شده است تمامی مطالب به طور کامل و صد البته ساده و روان بیان گردند تا پیچیدگی مباحثی همچون برنامه‌ریزی غیرخطی تا حد امکان کمتر دیده شوند. همچنین برای مباحث مهمی همچون مدل سازی و یک و برنامه‌ریزی پویا، تا حد امکان تمرینهای بسیار مهمی در این کتاب ارائه شده‌اند. همچنین در پایان هر فصل، تست‌های طبقه‌بندی شده با تعیین درجه سختی برای هر سوال قرار گرفته‌اند. در مبحث برنامه‌ریزی پویا، بیش از ۲۵ تست و تمرین مهم از تمرین‌های کتاب‌های ذکر شده در مرجع به علاوه سوالهای تالیفی از اینجانب آورده شده است که به خواننده اکیداً توصیه می‌گردد این تمرینها را به طور کامل بررسی کنند. تلاش شده است تا هر سئالی که در این فصل کتاب آورده شده، به طور کامل حل گردد تا تمامی جوانب این‌گونه برنامه‌ریزی به‌طور کامل مشخص گردد.

در پایان، لازم است از زحمات آقای مهندس سید الهیمی که در مراحل ابتدایی کار، کمک‌های شایانی به اینجانب داشته‌اند، کمال تشکر را داشته باشم. از خرم غمگسار بابت طراحی جلد کتاب نیز متشکرم. از خواهر عزیزم و همچنین خانم مریم خیراندیش که در روزهای پایانی نده در این کتاب، زحمت بازخوانی آن را برعهده داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از خانمها پریرا، سولتی، محمدا، صباحی و آقایان حسین رئوف‌پناه و سجاد قاضی بابت اینکه ایرادات تایپی چاپ اول را متذکر شدند، کمال تشکر را دارم. در انتها لازم می‌دانم از حمایت‌های معنوی استاد گرانقدرم دکتر ماکوئی، مدیریت انتشارات ترن و همچنین دوستان عزیزم سپاسگزاری نمایم.

خوانندگان گرامی می‌توانند نظرات ارزشمند خود را در مورد این اثر، با مولا، از طریق آدرس الکترونیکی ghomi@ind.iust.ac.ir در میان بگذارند. همچنین برای دسترسی به سئوالات و تست‌های بیشتر به پایگاه اینترنتی www.mortezaghomi.ir مراجعه فرمایند.

این کتاب به اساتید گرانقدرم و دانشجویان (صد البته دوستان عزیزم) با محبت تقدیم می‌گردد.

با احترام فراوان

مرتضی قمی

بهار ۱۳۹۴

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: شبکه

۱-۱-۱	مقدمه	۱
۱-۲-۱	تاریخچه و مفاهیم اساسی	۱
۱-۲-۱-۱	شبکه یا گراف	۱
۱-۲-۱-۲	تعریف کمان	۲
۱-۲-۱-۳	مسیر	۲
۱-۲-۱-۴	زنجیره (شماره)	۳
۱-۲-۱-۵	مدار	۳
۱-۲-۱-۶	دور (حلقه)	۳
۱-۲-۱-۷	گراف همبند	۳
۱-۲-۱-۸	درخت	۵
۱-۳-۱	مسئله جریان شبکه با حداقل هزینه (MCMF)	۶
۱-۳-۱-۱	خواص ماتریس A	۹
۱-۳-۱-۲	مثلی سازی، صحیح سازی و کلاً تک گزینی	۱۴
۱-۳-۱-۳	نمایش بردارهای غیر پایه بر حسب بردارهای پایه	۱۵
۱-۳-۱-۴	روش سیمپلکس در مسائل جریان شبکه‌ای	۲۱
۱-۳-۱-۵	نکاتی در مورد مسائل جریان شبکه‌ای	۲۸
۱-۴-۱	پیدا کردن یک جواب پایه‌ای شدنی آغازین (جواب اساسی موجه ابتدایی)	۲۹
۱-۵-۱	کوتاه‌ترین مسیر	۳۳
۱-۵-۱-۱	روش برچسب‌گذاری برای حل مسائل کوتاه‌ترین مسیر	۳۳
۱-۵-۱-۲	حل مسئله کوتاه‌ترین مسیر با استفاده از الگوریتم دیجسترا (Dijkstra)	۳۹
۱-۶-۱	مسئله حداکثر جریان	۴۲
۱-۶-۱-۱	مدل برنامه‌ریزی حداکثر جریان	۴۲
۱-۶-۱-۲	حل مسائل حداکثر جریان	۴۳
۱-۶-۱-۳	مطالبی دیگر در مورد مسائل حداکثر جریان	۵۰
۱-۷-۱	مسائل حداقل درخت در برگزیده (پوشاننده-فراگیر)	۵۳
۱-۷-۱-۱	روش حل مسائل حداقل درخت فراگیر	۵۳
۱-۸-۱	شبکه‌های سی‌بی‌ام و پرت و گرث	۵۶

۵۶	۱-۸-۱- مقدمه
۵۹	۳-۸-۱- زودترین زمان وقوع (ET) و دیرترین زمان وقوع (LT)
۶۱	۴-۸-۱- تعیین مسیر بحرانی (طولانی‌ترین مسیر شبکه)
۶۱	۵-۸-۱- شناوری کلی
۶۱	۶-۸-۱- شناوری آزاد
۶۲	۷-۸-۱- مدل‌سازی ریاضی برای پیدا کردن مسیر بحرانی
۶۳	۸-۸-۱- پرت (تکنیک مرور و ارزیابی برنامه)
۶۵	بخش اول: تست‌های ساده
۷۱	بخش اول: پاسخ تست‌های ساده
۷۸	بخش دوم: تست‌های متوسط
۸۳	بخش دوم: پاسخ تست‌های متوسط
۹۳	بخش سوم: تست‌های سخت
۱۰۰	بخش سوم: پاسخ تست‌های سخت

فصل دوم: برنامه‌ریزی عدد صحیح

۱۰۷	۱-۲- مقدمه
۱۰۷	۲-۲- انواع مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۰۸	۱-۲-۲- برنامه‌ریزی عدد صحیح محض
۱۰۸	۲-۲-۲- برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط
۱۰۹	۳-۲- مدل‌سازی مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۱۷	۴-۲- ناحیه موجه مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۱۸	۵-۲- جواب بهینه مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۲۱	۱-۵-۲- جواب بهینه چندگانه در مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۲۳	۶-۲- حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۲۵	۱-۶-۲- حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح محض
۱۳۵	۲-۱-۶-۲- محدودیت برش تمام صحیح اولیه
۱۳۸	۳-۱-۶-۲- محدودیت برش تمام صحیح ثانویه
۱۴۱	۴-۱-۶-۲- روش شاخه و کران (انشعاب و تحدید) برای حل مسائل عدد صحیح محض
۱۶۱	۲-۶-۲- حل مسائل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط
۱۶۱	۱-۲-۶-۲- روش برش گومری برای مسائل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط
۱۶۷	۲-۲-۶-۲- روش شاخه و کران برای مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط
۱۷۰	نکات تکمیلی این فصل

فصل چهارم: برنامه‌ریزی غیر خطی

۳۷۹	۱-۴- مقدمه
۳۸۰	۲-۴- جواب بهینه در برنامه‌ریزی غیر خطی
۳۸۱	۳-۴- مفاهیم اولیه
۳۸۱	۱-۳-۴- مجموعه محدب
۳۸۲	۲-۳-۴- گرادیان
۳۸۳	۳-۳-۴- مشتق جهتی
۳۸۴	۴-۳-۴- سری پلور
۳۸۵	۵-۳-۴- ریس هشین
۳۸۶	۶-۳-۴- مقادیر ویژه
۳۸۶	۷-۳-۴- مینور صلی Δ
۳۸۷	۸-۳-۴- مینور اصلی پیش Δ
۳۸۷	۹-۳-۴- صورتهای درجه دوم
۳۸۸	۱۰-۳-۴- ماتریس نیمه معین مثبت
۳۸۹	۱۱-۳-۴- ماتریس معین مثبت
۳۹۰	۱۲-۳-۴- ماتریس نیمه معین منفی
۳۹۰	۱۳-۳-۴- ماتریس معین منفی
۳۹۱	۱۴-۳-۴- ماتریس نامعین
۳۹۱	۱۵-۳-۴- تعریف نقاط ساکن (بحرانی-ایستا-پایدار)
۳۹۴	۱۷-۳-۴- تعیین ماکزیمم و مینیمم و نقطه زینی (نقطه عطف) در توابع تک متغیره
۳۹۴	۱-۱۷-۳-۴- تعیین ماکزیمم و مینیمم در توابع تک متغیره درجه دوم
۳۹۵	۲-۱۷-۳-۴- تعیین ماکزیمم و مینیمم و نقطه عطف در توابع تک متغیره با رجه بزرگتر از ۲ ... ۲ .. ۳۹۵
۳۹۶	۱۸-۳-۴- تحدب و تقعر توابع
۳۹۶	۱-۱۸-۳-۴- تابع محدب:
۳۹۷	۲-۱۸-۳-۴- تابع مقعر
۳۹۷	۳-۱۸-۳-۴- تحدب و تقعر توابع تک متغیره
۳۹۹	۴-۱۸-۳-۴- تحدب توابع چند متغیره
۴۰۴	۵-۱۸-۳-۴- نکات تحدب و تقعر توابع
۴۰۵	۱۹-۳-۴- شرایط لازم و کافی برای اکستریمهای نسبی و مطلق
۴۰۸	۴-۴- برنامه‌ریزی محدب
۴۰۸	۵-۴- بهینه‌سازی مسائل غیر خطی بدون محدودیت
۴۰۸	۱-۵-۴- بهینه‌سازی مسائل غیر خطی تک متغیره بدون محدودیت

- ۴-۵-۱-۱- بررسی شرایط لازم و کافی برای تعیین نقطه بهینه ۴۰۸
- ۴-۵-۲-۱- روش‌های تقریبی جستجوی جواب بهینه برای توابع تک متغیره ۴۱۰
- ۴-۵-۱-۲-۱- روش جستجوی یک بعدی خطی (روش بولزانو) ۴۱۰
- ۴-۵-۱-۲-۲- روش دو نقطه‌های ۴۱۲
- ۴-۵-۱-۳-۲- روش فیبوناچی ۴۱۳
- ۴-۵-۱-۴-۲- روش جستجوی تقسیم طلایی (نسبت طلایی) ۴۱۵
- ۴-۵-۱-۵-۲- روش نیوتن-رافسون ۴۱۶
- ۴-۵-۲- بهینه‌سازی مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی چند متغیره بدون محدودیت ۴۱۹
- ۴-۵-۲-۱- روش جستجوی گرادیان ۴۲۰
- ۴-۵-۲-۲- روش نیوتن-رافسون برای توابع چند متغیره ۴۲۵
- ۴-۶- بهینه‌سازی مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی با محدودیت ۴۳۰
- ۴-۶-۱- حل مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی با محدودیت‌های تساوی ۴۳۰
- ۴-۶-۱-۱- روش گرادیان ۴۳۰
- ۴-۶-۱-۱-۱- شرایط نرم ۴۳۱
- ۴-۶-۱-۱-۲- شرایط کافی روش گرادیان ۴۳۲
- ۴-۶-۲- حل مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی با محدودیت‌های نامساوی ۴۳۷
- ۴-۶-۲-۱- روش کان-تاکر (روش K.T) ۴۳۷
- ۴-۶-۲-۱-۱- شرایط لازم کان-تاکر برای بهینگی یک نقطه ۴۳۸
- ۴-۶-۲-۱-۲- کافی بودن شرایط کان-تاکر ۴۴۵
- ۴-۶-۲-۳- تفسیر هندسی شرایط کان-تاکر ۴۴۸
- ۴-۶-۲-۴- واجد شرایط بودن محدودیت‌ها ۴۵۱
- ۴-۶-۳- حل مسائل برنامه‌ریزی محدب با محدودیت‌های خطی ۴۵۲
- ۴-۶-۳-۱- الگوریتم فرانک-ولف ۴۵۳
- ۴-۷- برنامه‌ریزی درجه دوم (کوادراتیک) ۴۵۷
- ۴-۶-۱-۷-۱- حل مسائل برنامه‌ریزی درجه دوم ۴۶۰
- ۴-۸- برنامه‌ریزی کسری ۴۶۳
- ۴-۹- برنامه‌ریزی تفکیک‌پذیر (جدا شدنی) ۴۶۵
- ۴-۱۰- برنامه‌ریزی غیر محدب ۴۶۷
- ۴-۱۰-۱- روش SUMT ۴۶۸
- ۴-۱۱- برنامه‌ریزی احتمالی ۴۷۱
- بخش اول: تست‌های ساده ۴۷۵
- بخش اول: پاسخ تست‌های ساده ۴۷۹

۴۸۳	بخش دوم: تست‌های متوسط
۴۸۶	بخش دوم: پاسخ تست‌های متوسط
۴۹۱	بخش سوم: تست‌های سخت
۴۹۴	بخش سوم: پاسخ تست‌های سخت

فصل پنجم: برنامه‌ریزی پویا

۵۰۵	۱-۵- مقدمه
۵۰۹	۲-۵- عناصر اصلی برنامه‌ریزی پویا
۵۰۹	۳-۵- اهداف
۵۱۰	۴-۵- وضعیت (حالت)
۵۱۰	۵-۲- تغییراتی تصمیم‌گیری
۵۱۰	۶-۲- به‌ترین تصمیم یا سیاست بهینه
۵۱۷	۷-۳- کاربرد برنامه‌ریزی پویا در مساله کوله پشتی
۵۲۳	۸-۴- حل مسائل برنامه‌ریزی پویا با استفاده از برنامه‌ریزی پویا
۵۲۶	۹-۵- حل مسائلی که تابع هدف به صورت حاصر ضرب متغیرها می‌باشد
۵۲۹	۱۰-۵-۱- مسائل قابلیت اطمینان
۵۲۹	۱۱-۵-۱- قابلیت اطمینان سیستم‌های
۵۳۰	۱۲-۵-۱- قابلیت اطمینان سیستم‌های موازی
۵۳۰	۱۳-۵-۱- قابلیت اطمینان سیستم‌های ترکیبی سری/موازی
۵۳۱	۱۴-۵- حل مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی با استفاده از برنامه‌ریزی پویا
۵۳۲	۱۵-۶-۱- اگر متغیرها عدد صحیح باشند
۵۳۳	۱۶-۶-۲- اگر متغیرها پیوسته باشند
۵۳۶	۱۷-۷- برنامه‌ریزی پویای احتمالی
۶۱۴	بخش اول: تست‌های ساده
۶۱۸	بخش اول: پاسخ تست‌های ساده
۶۲۰	بخش دوم: تست‌های متوسط
۶۲۶	بخش دوم: پاسخ تست‌های متوسط
۶۳۰	بخش سوم: تست‌های سخت
۶۳۱	بخش سوم: پاسخ تست‌های سخت

فصل ششم: نظریه بازی‌ها

۶۳۵	 نظریه بازی‌ها
۶۳۵	 ۱-۶- مقدمه
۶۳۵	 ۲-۶- مفاهیم نظریه بازی‌ها
۶۳۵	 ۱-۲-۶- بازی
۶۳۶	 ۲-۲-۶- بازیکن
۶۳۶	 ۱-۲-۶- استراتژی
۶۳۶	 ۴-۱-۶- ماتریس نتایج (پرداخت)
۶۳۷	 ۳-۶- بازی‌های دو نفره - مجموع صفر
۶۳۷	 ۱-۳-۶- مقدمه
۶۳۷	 ۲-۳-۶- ماتریس نتایج در بازی‌های مجموع صفر
۶۳۹	 ۳-۳-۶- بازی مجموع صفر دو نفره: نقطه تعادل (یا ثبات)
۶۴۲	 ۴-۳-۶- ارزش بازی
۶۴۲	 ۴-۶- استراتژی مغلوب و غالب
۶۴۲	 ۱-۴-۶- مقدمه
۶۴۳	 ۲-۴-۶- خلاصه کردن ماتریس نتایج
۶۴۵	 ۵-۶- بازی مجموع صفر دو نفره بدون نقطه تعادل (بی ثبات)
۶۴۹	 ۶-۶- حل ترسیمی بازی‌ها
۶۵۴	 ۷-۶- مدل برنامه‌ریزی خطی بازی مجموع صفر
۶۵۷	 ۸-۶- نمایش کلی مساله برنامه‌ریزی خطی
۶۶۲	 بخش اول: تست‌های ساده
۶۶۵	 بخش اول: پاسخ تست‌های ساده
۶۶۹	 بخش دوم: تست‌های متوسط
۶۷۱	 بخش دوم: پاسخ تست‌های متوسط
۶۷۶	 بخش سوم: تست‌های سخت
۶۷۸	 بخش سوم: پاسخ تست‌های سخت