



ساختمانهای گسسته

www.ketab.ir

فاطمه نورانی مریم بازیار قمبوانی زهره حبیبی

سرشناسه	:	نورانی، فاطمه، ۱۳۵۱-
عنوان و نام پدید آور	:	ساختمان های گسسته / فاطمه نورانی، مریم بازیار قمبوانی، زهره حبیبی.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	:	چهارده، ۴۳۴ ص.
فروست	:	دانشگاه پیام نور، ۱۸۶۵، گروه مهندسی کامپیوتر، ۱/۳۰
شابک	:	9 - 909 - 387 - 964 - 978
وضعیت فهرستی نویسی	:	ثبی
یادداشت	:	واژه نامه.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	ریاضیات - آموزش برنامه ای.
موضوع	:	ریاضیات - مسایل، تمرین ها و غیره (عالی).
موضوع	:	کامپیوتر - ریاضیات - آموزش برنامه ای.
موضوع	:	کامپیوتر - ریاضیات - مسایل، تمرین ها و غیره (عالی).
شناسه افزوده	:	بازیار قمبوانی، مریم، ۱۳۵۵-
شناسه افزوده	:	حبیبی، زهره، ۱۳۶۰-
شناسه افزوده	:	دانشگاه پیام نور.
رده بندی کنگره	:	QA۲۷۲/۲۸۲ ۱۳۹۱
رده بندی دیویی	:	۵۱۰/۸۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۸۲۵۰۴۴



ساختمان های گسسته

مؤلفان: فاطمه نورانی - مریم بازیار قمبوانی - زهره حبیبی

ویراستار علمی: دکتر نازلی بشارتی

تهیه و تولید: مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام‌نور

شمارگان: ۴۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول مرداد ۱۳۹۱

شابک: ۹ - ۹۰۹ - ۳۸۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 387 - 909 - 9

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق نشر اعم از چاپی، الکترونیکی، تصویری، صوتی و اینترنتی برای دانشگاه پیام نور محفوظ است)

قیمت: ۶۷۰۰۰ ریال

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، با صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شود.

کتاب درسی ثمره تلاش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرات اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و غنوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و کمک‌درسی (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و با در دسترس دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست عناوین

فصل ۱: گزاره‌ها

۱-۱- تعریف گزاره	۲
۲-۱- گزاره‌نما	۳
۳-۱- استفاده از روابط منطقی جهت ایجاد گزاره‌های مرکب	۳
۴-۱- برخی تعاریف پیرامون گزاره‌ها	۱۴
۵-۱- خواص گزاره‌ها	۱۷
۶-۱- استلزام منطقی	۱۸
۷-۱- استنتاج	۱۹
۱-۷-۱- قوانین مهم استنتاج	۱۹
۸-۱- روش‌های دیگر اثبات	۲۳
۸-۱-۱- روش غیرمستقیم	۲۳
۸-۱-۲- برهان خلف	۲۴
۸-۱-۳- استقرای ریاضی	۲۵
۹-۱- سورها	۲۸
۱-۹-۱- ترکیب سورها	۳۰
۲-۹-۱- نقیص سور	۳۲
۳-۹-۱- اثبات درستی گزاره‌های سوردار	۳۴
چند نمونه مسأله حل شده	۳۶
تمرین‌های فصل	۵۰

فصل ۲: روابط روی مجموعه‌ها، توابع

- ۵۸ ۱-۲- زوج مرتب و حاصلضرب دکارتی
- ۵۸ ۲-۲- روابط
- ۶۰ ۲-۲-۱- مجبر رابطه‌ها
- ۶۱ ۲-۲-۲- ترکیب روابط
- ۶۴ ۲-۲-۳- خواص روابط
- ۶۸ ۲-۲-۴- بستار رابطه
- ۷۰ ۲-۲-۵- رابطه هم‌ارزی
- ۷۴ ۲-۲-۶- کلاس‌های هم‌ارزی
- ۷۶ ۲-۲-۷- افزاز و کلاس‌های هم‌ارزی
- ۸۱ ۲-۳-۱- روابط و ماتریس صفر-یک
- ۸۱ ۲-۳-۱-۱- ماتریس‌های صفر-یک و عملیات منطقی روی آن‌ها
- ۸۳ ۲-۳-۲- رابطه و ماتریس‌های صفر-یک
- ۸۵ ۲-۳-۳- بررسی خواص رابطه از روی ماتریس رابطه
- ۸۷ ۲-۳-۴- بستار رابطه با استفاده از ماتریس رابطه
- ۸۷ ۲-۳-۵- بستار متعددی با استفاده از الگوریتم وارشال
- ۸۹ ۲-۴-۱- گراف جهت‌دار برای نمایش روابط
- ۸۹ ۲-۴-۱-۱- ساخت گراف رابطه
- ۹۱ ۲-۴-۲- بررسی خواص رابطه با استفاده از گراف رابطه
- ۹۱ ۲-۴-۳- رسم گراف بستار رابطه
- ۹۳ ۲-۵- تابع و رابطه
- ۹۴ ۲-۵-۱- وارون تابع
- ۹۶ چند نمونه مسئله حل شده
- ۱۰۸ تمرین‌های فصل

فصل ۳: ترتیب جزئی، شبکه، جبر بول

- ۱-۳-۱- رابطه ترتیب جزئی ۱۱۴
- ۱-۱-۳- ترتیب قاموسی روی $A_1 \times A_2$ ۱۱۶
- ۱-۱-۱-۳- ترتیب قاموسی ۱۱۶
- ۱-۱-۲-۳- ترتیب قاموسی حاصل ضرب دکارتی $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ ۱۱۶
- ۱-۱-۳-۳- ترتیب قاموسی روی رشته‌ها ۱۱۷
- ۲-۱-۳- نمودار هاس ۱۱۷
- ۲-۱-۳- یکریختی دو مجموعه مرتب جزئی ۱۲۰
- ۲-۱-۳- بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عناصر - عناصر مینیمال و ماکسیمال ۱۲۱
- ۲-۱-۳-۵- ترتیب پوئوزیک ۱۲۴
- ۲-۱-۳-۶- کران‌های بالا و پائین ۱۳۱
- ۲-۱-۳-۷- کوچک‌ترین کران بالا و بزرگ‌ترین کران بالا ۱۳۲
- ۲-۳-۲- شبکه ۱۳۳
- ۱-۲-۳- زیر شبکه ۱۳۸
- ۲-۲-۳- خواص شبکه‌ها ۱۳۹
- ۲-۲-۳-۳- شبکه محدود ۱۳۹
- ۲-۲-۴- شبکه توزیع‌پذیر ۱۴۰
- ۲-۲-۵- شبکه متمم‌پذیر ۱۴۳
- ۳-۳-۲- جبر بول ۱۴۴
- ۱-۳-۳- خواص جبر بول ۱۴۴
- ۲-۳-۳- نمایش جبر بول ۱۴۶
- ۳-۳-۳- تابع بولی ۱۴۸
- ۱-۳-۳-۱- عبارت بولی ۱۴۹
- ۲-۳-۳-۲- استفاده از نمودار منطقی برای نمایش عبارات بولی ۱۴۹
- ۳-۳-۳-۳- استفاده از جداول درستی برای نمایش عبارات بولی ... ۱۵۰

۱۵۱	۳-۳-۴- صورت‌های نرمال نمایش عبارات بولی
۱۵۱	۳-۳-۴-۱- نمایش عبارات بولی به صورت جمع حاصل ضرب‌ها
۱۵۳	۳-۳-۴-۲- نمایش عبارات بولی به صورت ضرب حاصل جمع‌ها
۱۵۵	۳-۳-۵- فرم‌های استاندارد
۱۶۰	۳-۳-۶- ساده سازی عبارات بولی
۱۶۰	۳-۳-۶-۱- ساده سازی عبارات بولی با روش کویین مک کلاسکی
۱۶۷	چند نمونه مسأله حل شده
۱۸۴	تمرین‌های فصل

فصل ۴: گراف

۱۹۲	۴-۱- تاریخچه و تعاریف مقدماتی گراف
۲۰۰	۴-۲- گراف‌های ساده خاص
۲۰۵	۴-۳- زیرگراف و انواع آن
۲۰۷	۴-۴- نمایش گراف، یکرختی گراف‌ها
۲۰۷	۴-۴-۱- نمایش گراف
۲۱۳	۴-۴-۲- یکرختی گراف‌ها
۲۱۵	۴-۵- مکمل گراف
۲۱۷	۴-۶- مسیر و دور در گراف
۲۲۰	۴-۶-۱- گراف همبند
۲۲۳	۴-۶-۲- گراف اویلری
۲۲۶	۴-۶-۳- گراف همپلتونی
۲۳۲	۴-۶-۳-۱- کاربردهایی از مسیرها و دورهای همپلتونی
۲۳۹	۴-۷- گراف مسطح
۲۴۵	چند نمونه مسأله حل شده
۲۶۷	تمرین‌های فصل

فصل ۵: درخت

۲۷۸	۱-۵- درخت
۲۸۱	۲-۵- درخت ریشه‌دار
۲۸۱	۲-۲-۵- مفاهیم اولیه در درخت ریشه‌دار
۲۸۴	۳-۵- کاربرد درخت در مدل سازی
۲۸۴	۱-۳-۵- سازماندهی فایل‌های سیستم‌های کامپیوتری
۲۸۴	۲-۳-۵- بازتابی تشکیلات سازمانی
۲۸۶	۴-۵- درخت B باینری و درخت دودویی
۲۸۷	۵-۵- شیوه‌های پیمایش درخت
۲۸۷	۱-۵-۵- پیمایش پیش‌ترتیب
۲۸۹	۲-۵-۵- پیمایش پس‌ترتیب
۲۹۱	۳-۵-۵- پیمایش میان‌ترتیب
۲۹۱	۶-۵- نمایش عبارات ریاضی با استفاده از درخت دودویی
۲۹۴	۱-۶-۵- عبارات پیشوندی و پسوندی
۲۹۶	۷-۵- درخت فراگیر
۲۹۸	۱-۷-۵- درخت فراگیر با استفاده از روش جستجوی اول عمق
۳۰۱	۲-۷-۵- درخت فراگیر با استفاده از روش جستجوی اول سطح
۳۰۳	۸-۵- درخت فراگیر مینیمم
۳۰۴	۱-۸-۵- الگوریتم کروسکال
۳۰۸	۲-۸-۵- الگوریتم پریم
۳۱۱	چند نمونه مسأله حل شده
۳۳۰	تمرین‌های فصل

فصل ۶: شمارش و توابع مولد

۳۳۶	۱-۶- قواعد شمارش
۳۳۹	۲-۶- تبدیل (جایگشت) و ترکیب
۳۳۹	۱-۲-۶- تبدیل (جایگشت)
۳۴۱	۲-۱-۶- جایگشت دایره‌ای
۳۴۱	۳-۲-۶- ترکیب
۳۴۳	۳-۶- ضرایب دو جمله‌ای
۳۴۶	۴-۶- اصل لانه کبوتری
۳۵۰	۵-۶- توابع مولد
۳۶۱	چند نمونه مسأله حل شده
۳۷۲	تمرین‌های فصل

فصل ۷: روابط بازگشتی

۳۷۶	۱-۷- مقدمه‌ای بر روابط بازگشتی
۳۷۷	۲-۷- مدل‌سازی با استفاده از روابط بازگشتی
۳۸۴	۳-۷- حل روابط بازگشتی
۳۸۵	۱-۳-۷- حل روابط بازگشتی همگن مرتبه اول با روش تکرار
۳۸۶	۲-۳-۷- حل روابط بازگشتی همگن مرتبه دوم
۳۹۱	۳-۳-۷- حل روابط بازگشتی ناهمگن با ضرایب ثابت
۳۹۶	۴-۷- حل روابط بازگشتی با استفاده از توابع مولد
۴۰۰	چند نمونه مسأله حل شده
۴۱۱	تمرین‌های فصل
۴۱۵	مراجع

۴۱۷

نمادها

۴۲۱

واژه‌نامه فارسی-انگلیسی

۴۲۵

واژه‌نامه انگلیسی-فارسی

۴۲۹

فهرست راهنما

www.ketab.ir

ستایشِ بی حد، خدای را زیبد که هستی او،
اوّل است، بی آنکه پیش از او اوّل و ابتدایی باشد،
و آخر است، بی آنکه پس از او آخر و انتهایی باشد.

پیشگفتار

تجربه چندین ساله تدریس درس ساختمان‌های گسسته، نویسندگان را بر آن داشت که کتابی متناسب با بحث روز این درس برای استفاده دانشجویان، به‌خصوص دانشجویان دانشگاه پیام‌نور فراهم آورند. از ویژگی‌های کتاب حاضر می‌توان به بهره‌گیری از منابع روز مورد استفاده در دانشگاه‌های مطرح، بیان مثال‌های کاربردی کامپیوتری و نیز مسائل حل شده در پایان هر فصل اشاره نمود.

این کتاب مشتمل بر ۷ فصل است. در فصل ۱، مقدمه‌ای بر مبحث گزاره‌ها بیان شده است. فصول ۲ و ۳ شامل مباحث رابطه و رابطه ترتیب جزئی می‌باشد. در فصول ۴ و ۵ ساختارهای گراف و درخت بیان شده و فصول ۶ و ۷ به بیان مقدمه‌ای از بحث شمارش، توابع مولد و در نهایت مبحث روابط بازگشتی اشاره می‌نمایند.

روش نگارش کتاب، براین اساس است که ارتباط و انسجام مطالب مندرج در آن حفظ شود، به‌طوری‌که در هر فصل می‌توان کاربردهایی از مطالب فصول قبلی را به‌وضوح مشاهده نمود. همچنین در پایان هر فصل، مسائلی مرتبط با آن فصل تحت عنوان "تمرین‌های حل شده" بیان شده، به‌طوری‌که دانشجو با مطالعه دقیق آن بتواند تمامی مطالب و مفاهیم فصل را درک نماید. سپس تمرین‌هایی جهت خودآزمایی دانشجویان ارائه گردیده است. این سؤالات از متون ساختمان گسسته روز دنیا، برخی از نمونه سؤالات امتحانات و نیز مسائل ابداعی انتخاب شده است.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که با توجه به پیشنیازی درس ساختمان گسسته، برای دروسی همچون ساختمان داده، مدار منطقی و طراحی الگوریتم، مناسب دیده شد در کتاب حاضر، مثال‌هایی بیان شود تا به دانشجویان عزیز پیش‌زمینه و دیدگاهی روشن از نحوه کاربرد این درس در دروس دیگر که بعداً مطالعه می‌نمایند، ارائه شود. امید است دانشجویان عزیز پس از مطالعه این کتاب بتوانند، مهارت‌های لازم در درس ساختمان گسسته، را کسب نمایند.

در پایان مؤلفین وظیفه خود می‌دانند که از زحمات تمامی اساتید و دوستانی که بی‌شک این کتاب بدون راهنمایی و یاری آن‌ها به ثمر نمی‌رسید، تشکر و قدردانی نمایند؛ همچنین به تشکر و قدردانی خود را از استاد گرامی دکتر محمدابراهیم شیرازی (هیأت علمی دانشکده ریاضی، علوم کامپیوتر دانشگاه صنعتی امیرکبیر) برای رهنمودهایشان، اساتید گرانقدر دکتر علی قاضی‌زاده، دکتر داود کریم‌زادگان و دکتر احمد فراهی برای حمایت بی‌شائبه‌شان، سرکار خانم دکتر نازلی بشارتی به سبب زحمات و رهنمودهایشان در مراحل ویراستاری کتاب، آقای حمیدرضا شریفی به خاطر زحمات و پیگیری‌های مستمری‌شان و نیز سرکار خانم خواجه‌پور برای صبوری و زحمات بی‌دریغ‌شان اعلام می‌داریم.

در آخر، سخن را با تشکر از تمامی اساتید و دانشجویان عزیزی که با ارسال پیشنهادات، انتقادات و نظرات خود به منظور بهتر و پربار کردن این کتاب برای مؤلفین ارسال می‌دارند، تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد، به پایان می‌رسانیم.

سیده فاطمه نورانی f_noorani@pnu.ac.ir

مریم بازیار قمبوانی baziarm@yahoo.com

زهره حبیبی z_habibi@pnu.ac.ir

تابستان ۱۳۹۱