



طراحی و تحلیل

اکسپریم

دکتر بهروز قلی زاده

بهار ۱۳۸۵

قلی زاده، بهروز، ۱۳۳۴.

طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها / بهروز قلی زاده. — تهران: دانش پژوهان فردای روشن، ۱۳۸۴
۳۶۸ ص: جدول، نمودار.

ISBN: 964-8744-06-8

نهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیبا

۱. الگوریتم‌های کامپیوتری -- راهنمای آموزشی . ۲. کامپیوترها -- راهنمای آموزشی. الف. عنوان.

۰۰۵/۱۲۰۲۸

۸ ق ۷ الف / ۶ / ۹ QA

۸۴-۱۶۲۷۳ م

کتابخانه ملی ایران

کتابخانه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به موسسه دانش پژوهان فردای روشن می‌باشد.



« طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها »

مؤلف: دکتر بهروز قلی زاده

ناشر: مؤسسه انتشاراتی دانش پژوهان فردای روشن

ویراستار: مهیار بدیمی خرسند

حروفچینی و صفحه‌آرایی: دانش پژوهان فردا

لیتوگرافی: نوربخش

نوبت چاپ: بهار ۱۳۸۵

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

قیمت: ۴۵۰۰۰ ریال

ISBN: 964-8744-06-8

شابک: ۹۶۴-۸۷۴۴-۰۶-۸

مرکز پخش و توزیع:

تهران، میدان توحید، خیابان نصرت شرقی، شماره ۲۹۰ ص. پ ۳۱۶۷-۱۳۱۸۵

تلفن: ۶۶۹۱۹۰۷۳، دورنگار: ۶۶۹۰۱۷۹۲

www.dpfsite.com

پیشگفتار

کتاب حاضر صورت تکمیل شده و ویراسته کتابی درسی به نام طراحی و تحلیل الگوریتم ها است که در چند سال اخیر در گروه های نرم افزار دانشکده های مختلف، در درسی با همین عنوان تدریس می شد. هر چند سرفصل های این کتاب مطابق با سرفصل های پیشنهادی شورای برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای رشته های مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار در دوره کارشناسی تدوین شده است، اما می تواند مورد استفاده دانشجویان رشته های ریاضی، علوم کامپیوتر، فناوری اطلاعات و سایر علاقه مندان به مفاهیم الگوریتم ها، قرار بگیرد.

مطالب عرضه شده در این کتاب عبارتند از: مقدمه ای بر تحلیل الگوریتم ها، استقرای ریاضی، روش های تقسیم و غلبه، روش های حربصاته، روش های برنامه نویسی پویا، روش های جستجو و پیمایش، روش های پسگرد، و روش های انشعاب و محدودیت.

هر چند عنوان رسمی این درس، طراحی الگوریتم ها است، اما، واقعیت این است که اهمیت تحلیل الگوریتم ها از طراحی آن ها کمتر نیست. روی این اصل، در فصل ۱ این کتاب، ابزارهای ریاضی، مثل روابط بازگشتی، روابط تقسیم و غلبه، و نماد های مجانبی، که لازمه تحلیل الگوریتم ها هستند، به اختصار بحث می شوند.

در بعضی از کتاب های مربوط به طراحی الگوریتم ها، فصل جداگانه ای به نام استقرای ریاضی وجود ندارد، با وجود این، چنانکه در فصل های مربوط به روش های تقسیم و غلبه (فصل ۳) و برنامه نویسی پویا (فصل ۵) مشاهده خواهیم کرد، روابط تنگاتنگی بین استقرای ریاضی و این روش های تقسیم و غلبه وجود دارد. بنابر این، تسلط کافی در حل مسائل و قضایا به طریقه استقرای ریاضی می تواند، طراحی الگوریتم ها به روش های یاد شده و حتی، تحلیل آن ها را آسانتر بکند. به این علت، فصل ۲ این کتاب به استقرای ریاضی اختصاص داده شده است. روش های دیگری نیز برای طراحی الگوریتم ها، با عنوان فصل های باقی مانده، وجود دارند که هر یک را در فصل مربوط به خود بررسی خواهیم کرد. برای خوانایی بیشتر یک الگوریتم، از تفسیر های زایدی که در بعضی از کتاب ها هم رایج است، در قسمت مربوط به توصیف آن، پرهیز شده است، در صورتی که الگوریتمی یا دستوری از آن، نیاز به توضیح بیشتری داشته باشد، این توضیح، در خارج از توصیف الگوریتم ارائه خواهد شد. برای وضوح، سادگی، و درک عمومی الگوریتم ها، از شبه دستور های متداول زبان های رایجی مثل پاسکال و C، با ترکیبی از دستورالعمل های بیان شده به زبان های فارسی و انگلیسی، استفاده شده است. در صورت نیاز، برای درک آسانتر از نحوه عملکرد یک الگوریتم، مثالی نیز برای به تصویر کشیدن مراحل مختلف اجرای آن ارائه شده است.

هر چند کوشش شده است تا کتاب عاری از لغزش باشد، اما بی گمان چنین نیست و تذکر خوانندگان و صاحب نظران رجمند در مورد لغزش های احتمالی، موجب امتنان خواهد بود. از دریافت نظرات و پیشنهاد های سازنده شما به نشانی پست الکترونیکی gholizad@mail.alzahra.ac.ir سپاسگزار خواهیم بود.

دکتر بهروز قلی زاده

بهار ۱۳۸۵

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول

☞ مقدمه‌ای بر تحلیل الگوریتم

۹	۱-۱) مقدمه
۱۲	۲-۱) تحلیل الگوریتم‌ها
۱۳	۱-۲-۱) نمادهای مجانبی (O ، Θ ، Ω و ω)
۱۴	۲-۲-۱) چند نتیجه در مورد O
۱۷	۳-۲-۱) مقایسه توابع
۲۰	۴-۲-۱) درجات بزرگی متداول برای الگوریتم‌ها
۳۶	۳-۱) روابط تقسیم و غلبه
۴۲	تمرین‌ها

فصل دوم

☞ استقرای ریاضی

۴۹	۱-۲) مقدمه
۵۲	۲-۲) شمارش نواحی در صفحه
۵۴	۳-۲) یک مسأله رنگ آمیزی ساده
۵۵	۴-۲) یک مسأله جمع پیچیده‌تر
۵۷	۵-۲) یک نامساوی ساده
۵۷	۶-۲) فرمول اولر
۵۹	۷-۲) کدهای خاکستری
۶۳	۸-۲) تعیین مسیرهای یال متمایز در یک گراف
۶۴	۹-۲) قضیه مقایسه بین میانگین هندسی و میانگین حسابی
۶۶	۱۰-۲) مستقل‌های حلقه‌ای: تبدیل یک عدد دهدهی به یک عدد دودویی
۶۸	۱۱-۲) اشتباهات رایج
۷۰	۱۲-۲) خلاصه
۷۲	تمرین‌ها

فصل سوم

روش‌های تقسیم و غلبه

۷۵	 مقدمه (۱-۳)
۷۶	 جنگوی دودویی (۲-۳)
۸۰	 تحلیل زمانی الگوریتم جنگوی دودویی (۱-۲-۳)
۸۲	 بزرگترین و کوچکترین عنصر یک آرایه (۳-۳)
۸۷	 ضرب چند جمله‌ای‌ها (۴-۳)
۸۸	 روش ساده و معمولی برای ضرب دو جمله‌ای (۱-۴-۳)
۸۹	 روش تقسیم و غلبه معمولی برای ضرب دو چند جمله‌ای (۲-۴-۳)
۹۱	 روش تقسیم و غلبه سریع برای ضرب دو چند جمله‌ای (۳-۴-۳)
۹۳	 ضرب اعداد صحیح بزرگ (۴-۴-۳)
۹۵	 مرتب سازی ادغامی (۵-۳)
۱۰۲	 الگوریتم مرتب سازی (۶-۳)
۱۰۴	 تحلیل الگوریتم (۱-۶-۳)
۱۰۶	 انتخاب (۷-۳)
۱۰۸	 تحلیل الگوریتم Select (۱-۷-۳)
۱۱۰	 یک الگوریتم بهینه در بدترین حالت (۲-۷-۳)
۱۱۳	 پیاده سازی الگوریتم Select? (۱-۲-۷-۳)
۱۱۴	 مسأله ضرب دو ماتریس (۸-۳)
۱۱۵	 روش معمولی (۱-۸-۳)
۱۱۵	 روش تقسیم و غلبه معمولی (۲-۸-۳)
۱۱۶	 روش استراسن برای ضرب دو ماتریس (۳-۸-۳)
۱۱۷	 پوسته محدب (۹-۳)
۱۱۸	 چند مطلب ساده از هندسه محاسباتی (۱-۹-۳)
۱۱۹	 الگوریتم گراهام (۲-۹-۳)
۱۲۴	 Quick Hull الگوریتم (۳-۹-۳)
۱۲۵	 یک الگوریتم تقسیم و غلبه از مرتبه زمانی $(o(n \log n))$ (۴-۹-۳)
۱۲۹	 مسأله نزدیکترین زوج نقاط (۱۰-۳)
۱۳۲	 مسأله آسمان خراش‌ها (۱۱-۳)
۱۳۶	 مسأله تورنمنت بازی‌ها (۱۲-۳)
۱۴۰	 تمرین‌ها

فصل چهارم

روشن‌های حریصانه

۱۴۷	 مقدمه (۱-۴)
۱۴۸	 مسأله کوله‌پشتی (۲-۴)
۱۵۳	 ادغام دودویی و بهینه‌نایل‌ها (آرایه‌ها) (۳-۴)
۱۶۲	 درخت‌های پوشای مینیمم (۴-۴)
۱۶۴	 الگوریتم پریم prim (۱-۴-۴)
۱۶۸	 الگوریتم کراسکال (۲-۴-۴)
۱۷۱	 ساختمان داده‌های مربوط به نمایش مجموعه‌های مجزا (۱-۲-۴-۴)
۱۷۷	 کوتاهترین مسیرهای هم‌مبدأ (۵-۴)
۱۸۲	 ذخیره‌ساز بهینه در نوارها (۶-۴)
۱۸۴	 تعمیم مسأله ذخیره‌سازی بهینه در نوارها (۱-۶-۴)
۱۸۵	 مسأله انتخاب فعالیت‌ها (زمان بندی فعالیت‌ها) (۷-۴)
۱۸۸	 زمان بندی فعالیت‌ها با مهلت (۸-۴)
۱۹۴	 تمرین‌ها

فصل پنجم

برنامه‌نویسی پویا

۲۰۱	 مقدمه (۱-۵)
۲۰۵	 مسأله کوله‌پشتی ۰/۱ (۲-۵)
۲۰۵	 نگرش پدازه‌ای (۱-۲-۵)
۲۰۷	 نگرش ماتریسی (۲-۲-۵)
۲۰۸	 نگرش تابعی (۳-۲-۵)
۲۱۰	 نگرش مجموعه‌ای (۴-۲-۵)
۲۱۴	 گراف‌های چند مرحله‌ای (۳-۵)
۲۱۷	 مسأله تمامی کوتاه‌ترین مسیرها (الگوریتم فلوید - وارشال) (۴-۵)
۲۲۰	 درخت‌های دودویی جستجوی بهینه (۴-۵)
۲۳۰	 مسأله فروشنده دوره‌گرد (TSP) (۵-۵)
۲۳۲	 مسأله ضرب زنجیری از ماتریس‌ها (۶-۵)
۲۴۰	 مثلث بندی بهینه یک چندضلعی محدب (۷-۵)
۲۴۸	 طولانی‌ترین زیر رشته مشترک (LCS) (۸-۵)
۲۵۳	 مسأله کوتاهترین مسیرهای هم‌مبدأ وزن‌های تعمیم یافته (الگوریتم بلمن - فورد) (۹-۵)
۲۵۶	 تمرین‌ها

فصل ششم

روش‌های جستجو و پیمایش

۲۶۱	 مقدمه (۱-۶)
۲۶۲	 روش‌های جستجو و پیمایش درخت‌های دودویی (۲-۶)
۲۶۴	 روش‌های جستجو و پیمایش گراف‌ها (۳-۶)
۲۶۵	 پیمایش و جستجوی در پهنا (۱-۳-۶)
۲۶۸	 پیمایش و جستجوی در عمق (۲-۳-۶)
۲۷۰	 مؤلفه‌های همبند و درخت‌های پوشا (۴-۶)
۲۷۲	 مؤلفه‌های ۲-همبند و DFS (۵-۶)
۲۷۵	 تعیین نقاط مفصل با استفاده از درخت پوشای DFS (۱-۵-۶)
۲۸۱	 تمرین‌ها

فصل هفتم

روش‌های پسگرد

۲۸۷	 مقدمه (۱-۷)
۲۸۸	 روش پسگرد (۲-۷)
۲۹۶	 مسأله ۲-۱- وزیر (۳-۷)
۳۰۰	 روش مونت کارلو برای ارزیابی کارآیی یک الگوریتم پسگرد (۴-۷)
۳۰۳	 مسأله حاصل جمع زیر مجموعه‌ها (۵-۷)
۳۰۸	 مسأله رنگ آمیزی گراف‌ها (۶-۷)
۳۱۲	 مسأله دورهای هامیلتونی (۷-۷)
۳۱۴	 مسأله کوله پشتی ۰/۱ (۸-۷)
۳۲۳	 مسأله دوباره‌سازی نقاط عوارضی (۹-۷)
۳۲۸	 تمرین‌ها

فصل هشتم

روش‌های انشعاب و تحدید

۳۳۱	 مقدمه (۱-۸)
۳۳۳	 حل مسأله کوله پشتی ۰/۱ به وسیله روش انشعاب و تحدید (۲-۸)
۳۳۳	 جستجوی در پهنا (۱-۲-۸)
۳۳۹	 روش انشعاب و تحدید اول-بهترین (۲-۲-۸)
۳۴۴	 مسأله فروشنده دوره گرد (۳-۸)
۳۵۴	 تمرین‌ها

ضمیمه

۳۵۷	 واژه نامه انگلیسی به فارسی
۳۶۲	 واژه نامه فارسی به انگلیسی
۳۶۷	 مراجع