

آموزش سریع الگوریتم‌ها

مولفان:

دکتر محمد حسن شیرعلی شهرضا

(عضو هیات علمی دانشگاه یزد)

محمد شیرعلی شهرضا



سرشناسه	:	شیرعلی شهرضا، محمدحسن، ۱۳۳۹ -
عنوان و نام پدیدآور	:	آموزش سریع الگوریتم‌ها / مؤلفان محمدحسن شیرعلی شهرضا
مشخصات نشر	:	تهران: زمان، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	:	۲۰۸ ص.، مصور، جدول.
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۷۳۱۷۵۸۱
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
یادداشت	:	پشت جلد به انگلیسی؛
یادداشت	:	M. Hassan Shirali – Shahreza. A quick guide to the algorithms
موضوع	:	کتابنامه: ص. ۲۰۸.
موضوع	:	الگوریتم‌های کامپیوتری - - راهنمای آموزشی (عالی).
موضوع	:	برنامه نویسی.
موضوع	:	کامپیوترها - - راهنمای آموزشی.
شماره افزوده	:	شیرعلی شهرضا، محمد
رده بندی کنگره	:	۹ ش ۷ الف / ۹ QA ۷۶
رده بندی دیویی	:	۰۰۵ / ۱۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۱۱۳۳۴۳۸



تهران، خیابان فلسطین، بین انقلاب و بزرگمهر، بن‌بست نیلوفر، پلاک ۲، واحد ۵

تلفن: ۵۳-۶۶۹۷۰۳۵۰ همراه: ۰۹۱۲۱۲۰۹۷۹۴ elmi.zaman@gmail.com

عنوان کتاب: آموزش سریع الگوریتم‌ها

مؤلفان: دکتر محمد حسن شیرعلی شهرضا (عضو هیات علمی دانشگاه یزد)

محمد شیرعلی شهرضا

حروفچینی و صفحه‌آرایی: فروغ (۰۹۱۲۱۸۸۱۶۴۰)

لیتوگرافی: کلهر

چاپ و صحافی: چاپخانه انتشارات علمی فرهنگی

نوبت چاپ: اول ۱۳۸۶

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۵۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۳۱۷۵۸۱

مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، خیابان روانمهر،

پلاک ۱۶۹، طبقه اول، پخش کتاب آوا تلفن: ۶۶۹۷۴۶۴۵ - ۶۶۹۷۴۱۳۰

www.avabook.com



پخش کتاب آوا

فهرست مطالب

۱۷	مقدمه
	فصل ۱: مباحث مقدماتی الگوریتم‌ها
۱۹	ویژگی‌های RAM Model
۲۰	تحلیل الگوریتم‌ها
۲۰	توابع رشد
۲۱	پیچیدگی محاسبه
۲۲	بررسی مسائل NP, P و NP-Complete
۲۳	بررسی الگوریتم‌ها
۲۴	مثال ۱-۱ مرتب‌سازی درجی
۲۴	الگوریتم مرتب‌سازی درجی
۲۵	محاسبه‌ی زمان
۲۶	داده ساختارها و الگوریتم‌ها
۲۶	مثال ۲-۱ مرتب‌سازی حبابی
۲۶	مثال ۳-۱ جستجوی دودویی
۲۷	مثال ۴-۱ مرتب‌سازی ادغامی
	فصل ۲: روابط بازگشتی
۳۱	روش بازگشتی
۳۱	مثال ۱-۲ مسأله‌ی برج‌های هانوی
۳۲	مثال ۲-۲ هزینه مرتب‌سازی ادغامی

- روش‌های حل روابط بازگشتی..... ۳۲
- روش استقرا..... ۳۲
- مثال ۳-۲ حل یک رابطه بازگشتی به کمک استقرا..... ۳۳
- مثال ۴-۲ حل یک رابطه بازگشتی دیگر به کمک استقرا..... ۳۳
- مثال ۵-۲ مرتب سازی ادغامی..... ۳۴
- مثال ۶-۲ یافتن کوچکترین و بزرگترین عضو آرایه..... ۳۴
- روش درخت بازگشت..... ۳۵
- مثال ۷-۲ استفاده از درخت بازگشت..... ۳۶
- مثال ۸-۲ استفاده دیگری از درخت بازگشت..... ۳۶
- قضیه‌ی اصلی..... ۳۷
- تغییر متغیر..... ۳۸
- مثال ۹-۲ حل یک رابطه بازگشتی به کمک تغییر متغیر..... ۳۸
- مثال ۱۰-۲ رشد یک تابع بازگشتی..... ۳۸
- مثال ۱۱-۲ یافتن کرانه یک تابع بازگشتی..... ۳۹
- مثال ۱۲-۲ یافتن کرانه یک تابع بازگشتی دیگر..... ۳۹
- تابع مولد..... ۴۰
- مثال ۱۳-۲ فرش کردن با کاشی..... ۴۰
- مثال ۱۴-۲ تبدیل دو رشته به یکدیگر..... ۴۱
- مثال ۱۵-۲ مسأله یافتن بزرگترین توالی..... ۴۲
- فصل ۳: داده ساختارهای مقدماتی

- پشته..... ۴۳
- مثال ۱-۳ پشته..... ۴۴
- صف (Queue)..... ۴۴
- مثال ۲-۳ صف..... ۴۵
- مثال ۳-۳ وارون کردن یک آرایه به کمک یک پشته..... ۴۶
- مثال ۴-۳ محاسبه‌ی یک عبارت پسوندی..... ۴۶
- مثال ۵-۳ بازآرایی یک آرایه..... ۴۷

- مثال ۳-۶ یافتن دو عدد خاص در یک آرایه ۴۸
- مثال ۳-۷ پیاده سازی صف با پشته ۴۹
- لیست ۴۹
- پیاده سازی لیست ۴۹
- مثال ۳-۸ پیاده سازی لیست پیوندی با آرایه ۵۰
- مثال ۳-۹ مرتب سازی یک لیست ۵۱
- درخت‌ها به عنوان داده ساختارها ۵۲
- تعاریف : ۵۳
- پیاده سازی درخت ۵۴
- مثال ۳-۱۰ نمایش درخت ۵۴
- روش‌های دیگر نمایش درخت ۵۵
- مثال ۳-۱۱ نمایش درخت با آرایه ۵۵
- پیمایش ۵۶
- روش پیمایش پیش ترتیب ۵۶
- مثال ۳-۱۲ پیمایش پیش ترتیب یک درخت ۵۶
- روش پیمایش پس ترتیب ۵۶
- مثال ۳-۱۳ پیمایش پس ترتیب یک درخت ۵۷
- روش پیمایش سطحی ۵۷
- مثال ۳-۱۴ پیمایش سطحی یک درخت ۵۷
- درخت دو دویی معادل ۵۸
- مثال ۳-۱۵ درخت دودوئی معادل ۵۸
- به کارگیری درخت ۵۸
- درخت دودویی جستجو ۵۹
- مثال ۳-۱۶ یک درخت دودوئی جستجو ۵۹
- نمایش درخت جستجو دودویی (BST) (Binary Search Tree) ۶۰
- پیمایش میان ترتیب یک درخت جستجوی دودوئی ۶۰
- کاربرد درخت جستجوی دودوئی برای محاسبه‌ی یک عبارت جبری ۶۱

- مثال ۳-۱۷ محاسبه‌ی یک عبارت جبری ۶۱
- عملیات روی درخت جستجوی دودوئی ۶۲
- جستجو در درخت جستجوی دودوئی ۶۲
- مثال ۳-۱۸ جستجو در درخت جستجو ۶۲
- کمینه و بیشینه ۶۳
- پیدا کردن گره ماقبل و مابعد یک گره ۶۳
- درج و حذف در درخت جستجوی دودوئی ۶۳
- مثال ۳-۱۹ درج در درخت جستجو ۶۴
- مثال ۳-۲۰ پیدا کردن فاصله گره‌های یک درخت ۶۴
- درخت AVL ۶۵
- مثال ۳-۲۱ یک درخت AVL ۶۶

فصل ۴: روشهای مرتب سازی

- تعریف مسأله‌ی مرتب سازی ۶۷
- دسته بندی الگوریتم‌های مرتب سازی ۶۷
- تحلیل الگوریتم‌های مبتنی بر مقایسه ۶۸
- الگوریتم مرتب سازی با استفاده از درخت تصمیم ۶۸
- مثال ۴-۱ مرتب سازی سه عدد با استفاده از درخت تصمیم ۶۸
- مثال ۴-۲ مرتب سازی یک آرایه با روش سریع ۶۹
- تحلیل مرتب سازی سریع ۷۰
- مرتب سازی سریع تصادفی ۷۰
- تحلیل مرتب سازی سریع تصادفی ۷۱
- مرتب‌سازی‌های خطی ۷۱
- مرتب سازی شمارشی ۷۲
- مثال ۴-۳ مرتب سازی یک آرایه با روش مرتب سازی شمارشی ۷۳
- الگوریتم مرتب سازی مبنایی ۷۳
- بررسی بیشتر مرتب‌سازی مبنایی ۷۴
- مرتب‌سازی توپولوژیکی ۷۵

مثال ۴-۴ مرتب سازی توپولوژیکی یک گراف ۷۵

مثال ۴-۵ مسأله یافتن بیشترین تکرار ۷۶

فصل ۵: مرتب سازی هرمی

مثال ۵-۱ مثالی از مرتب سازی هرمی ۷۹

الگوریتم مرتب سازی هرمی ۷۹

مثال ۵-۲ یک ساختار هرم و آرایه نظیر آن ۸۰

پیاده سازی درخت توسط آرایه ۸۰

رویه Max-Heapify ۸۱

مثال ۵-۳ اجرای رویه Max-Heapify برای یک آرایه ۸۲

رویه ساختن هرم حداکثری ۸۳

مثال ۵-۴ تبدیل یک آرایه به ساختار هرمی ۸۳

مرتب سازی هرمی ۸۳

مثال ۵-۵ مرتب سازی یک آرایه با روش مرتب سازی هرمی ۸۴

نکاتی در رابطه با درخت هرمی ۸۴

مثال ۵-۶ آرایه‌ی متناسب با یک درخت کامل ۸۵

درج در درخت هرمی ۸۵

مثال ۵-۷ درج یک گره در درخت هرمی ۸۵

حذف در درخت هرمی ۸۶

مثال ۵-۸ حذف در درخت هرمی ۸۶

توضیح درباره‌ی ساخت درخت هرمی ۸۶

مثال ۵-۹ تبدیل یک درخت به درخت هرمی ۸۷

فصل ۶: درهم سازی

تابع درهم سازی ۸۹

مثال ۶-۱ درهم سازی شمارهی کارمندی ۸۹

توابع درهم سازی متداول ۹۰

مثال ۶-۲ روش دیگر درهم سازی شمارهی کارمندی ۹۰

مثال ۶-۳ درهم سازی به روش میانه‌ی مجذور عدد ۹۱

- مثال ۴-۶ درهم سازی به روش تاکردن عدد ۹۱
- مسأله‌ی تضادم ۹۲
- مثال ۵-۶ تضادم در درهم سازی ۹۲
- روش‌های حل مسأله‌ی تضادم ۹۲
- آدرس دهی باز ۹۳
- مثال ۶-۶ روش آدرس دهی باز ۹۴
- روش‌هایی برای بهبود روش آدرس دهی باز ۹۵
- زنجیر سازی ۹۶
- مثال ۷-۶ روش زنجیر سازی ۹۶

فصل ۷ : روشهای متعارف طراحی الگوریتم‌ها

- بررسی روش طراحی الگوریتم مبتنی بر استقرا ۹۹
- کد گری ۱۰۰
- مثال ۱-۷ یک کدگری بسته ۱۰۰
- مثال ۲-۷ کدگری باز ۱۰۱
- اثبات درستی یک الگوریتم با استقرا ۱۰۴
- مثال ۳-۷ تبدیل عدد صحیح و مثبت n به یک رشته‌ی دودویی معادل ۱۰۴
- مسأله‌ی ستاره ۱۰۴
- روش تقسیم و حل ۱۰۷
- ضرب ماتریس‌ها ۱۰۷
- مرتب سازی ادغامی ۱۰۹
- مثال ۴-۷ یافتن یک عدد با روش جستجوی دوتایی ۱۱۰
- پیدا کردن k امین بزرگترین عدد ۱۱۱
- مثال ۵-۷ محاسبه توان یک عدد ۱۱۲
- مثال ۵-۷ عدد فیبوناچی ۱۱۲
- مثال ۶-۷ محاسبه حاصل ضرب دو چند جمله‌ای ۱۱۳
- مثال ۷-۷ مقدار یک چند جمله‌ای در یک نقطه ۱۱۴
- مثال ۸-۷ جای گذاری مدارات ۱۱۵

۱۱۶	راه حل استقرا.....
۱۱۷	روش تقسیم و حل برای مسأله‌ی برج‌ها.....
	فصل ۸ : برنامه‌ریزی پویا
۱۱۹	مثال ۸-۱ دنباله‌ی فیبوناچی.....
۱۲۰	مثال ۸-۲ محاسبه ترکیب.....
۱۲۲	افراز خطی.....
۱۲۴	مثال ۸-۳ افراز خطی یک آرایه.....
۱۲۵	ضرب ماتریس‌ها.....
۱۲۵	مثال ۸-۴ ضرب چهار ماتریس.....
۱۲۶	مثال ۸-۵ ضرب پنج ماتریس.....
۱۲۶	الگوریتم ضرب ماتریس‌ها.....
۱۲۷	مثال ۸-۶ ضرب بهینه چهار ماتریس.....
۱۲۸	مسأله‌ی کوله پشتی.....
۱۲۹	مثال ۸-۷ مثالی برای مسأله‌ی کوله پشتی.....
۱۳۰	مسأله‌ی طولانی‌ترین زیر رشته‌ی مشترک.....
	فصل ۹ : الگوریتم‌های حریصانه
۱۳۳	خرد کردن پول.....
۱۳۴	مسأله‌ی انتخاب فعالیت‌ها.....
۱۳۶	مسأله‌ی زمانبندی.....
۱۳۶	ادامه‌ی بحث روش حریصانه.....
۱۳۷	مسأله‌ی بسته‌بندی.....
۱۳۷	کوتاه‌ترین آبر رشته (سوپر رشته).....
۱۳۸	مثال ۹-۱ یک ابررشته.....
۱۳۸	مسأله کوله پشتی ۲.....
۱۳۹	الگوریتم هافمن.....
۱۳۹	مثال ۹-۲ الگوریتم هافمن برای سه حرف.....
۱۴۰	مثال ۹-۳ الگوریتم هافمن برای هفت حرف.....

- مثال ۹-۴ درخت هافمن برای شش نویسه ۱۴۱
- توابع فشرده سازی ۱۴۳
- مثال ۹-۵ فشرده سازی یک فایل متن ۱۴۳
- مثال ۹-۶ نمایش کدینگ با درخت دودویی ۱۴۴
- مثال ۹-۷ ساخت درخت دودویی برای کد هافمن ۱۴۵

فصل ۱۰: الگوریتم‌های هندسی

- مسئله درون و بیرون ۱۴۸
- ساختن یک چند ضلعی ساده ۱۴۸
- پویش محدب ۱۵۰
- چند مثال از الگوریتم‌های هندسی ۱۵۳
- مثال ۱۰-۱ نزدیک‌ترین زوج ۱۵۳
- مثال ۱۰-۲ تقاطع خطوط افقی و عمودی ۱۵۴
- مثال ۱۰-۳ دیاگرام ورونوی ۱۵۴

فصل ۱۱: مباحث پیشرفته در طراحی الگوریتم‌ها

- درخت قرمز - سیاه ۱۵۷
- مثال ۱۱-۱ یک درخت قرمز-سیاه ۱۵۸
- ارتفاع سیاه ۱۵۸
- چرخش در درخت قرمز-سیاه ۱۵۹
- مثال ۱۱-۲ چرخش در درخت قرمز - سیاه ۱۵۹
- درج در درخت قرمز-سیاه ۱۵۹
- مثال ۱۱-۳ درج در درخت قرمز-سیاه ۱۶۰
- روش عقب‌گرد ۱۶۱
- مثال ۱۱-۴ پیمایش پیش ترتیب یک درخت ۱۶۱
- مثال ۱۱-۵ پیمایش یک صفحه‌ی $n \times n$ با اسب شطرنج ۱۶۲
- مثال ۱۱-۶ مسأله‌ی هشت وزیر در صفحه‌ی شطرنج ۱۶۳
- بازی‌ها ۱۶۴
- بازی N یا P ۱۶۴

۱۶۵.....	بازی نیم.....
۱۶۶.....	ماشین تورینگ.....
۱۶۷.....	مثال ۷-۱۱ اضافه کردن یک واحد به یک عدد صحیح و مثبت.....
۱۶۸.....	توابع غیر قابل محاسبه.....
۱۶۸.....	تعمیم مفهوم الگوریتم.....
۱۶۹.....	آشنایی با نظریه‌ی پیچیدگی محاسبه.....
۱۷۰.....	مسائل تصمیم‌گیری.....
۱۷۰.....	مثال ۸-۱۱ بررسی اول بودن یک عدد صحیح و مثبت.....
۱۷۱.....	منابع محاسبه.....
۱۷۱.....	رده‌بندی پیچیدگی محاسبه.....
۱۷۲.....	الگوریتم‌های موازی.....
۱۷۲.....	مثال ۹-۱۱ مدل سازی مخازن نفت.....
۱۷۳.....	مثال ۱۰-۱۱ پیدا کردن بزرگ‌ترین عنصر در یک آرایه.....
	فصل ۱۲ : بانک سوالات
۱۷۵.....	سوالات تشریحی.....
۱۹۱.....	سوالات چهارگزینه‌ای.....
۲۰۸.....	مراجع.....

مقدمه

انسان‌ها از دیرباز جهت حل مسائل روزمره‌ی خود از ریاضیات بهره می‌گرفتند و همین امر موجب پیدایش زودهنگام علم ریاضی شد. در این بین گاه افرادی بوده‌اند که با تلاش‌ها و کوشش‌های فراوان خود در یک زمینه، موجب گسترش و پیشرفت شاخه‌ای از ریاضیات شده‌اند. از جمله‌ی این افراد ریاضیدان برجسته‌ی ایرانی ابو جعفر محمد بن موسی الخوارزمی معروف به خوارزمی می‌باشد که به پاس تلاش‌های فراوان وی در زمینه‌ی ریاضیات، مبحث الگوریتم از نام وی گرفته شده است.

الگوریتم را می‌توان مسیر حل یک مسئله، مستقل از مقادیر خاص آن مسئله دانست. در واقع الگوریتم گام‌هایی است که با پیگیری آن‌ها می‌توان به جواب مسئله دست یافت.

یافتن یک الگوریتم برای یک مسئله کلید ورود به حل مسئله می‌باشد. یافتن الگوریتم مناسب برای مسائل مختلف نیازمند دانستن تکنیک‌های مختلفی می‌باشد. الگوریتم‌ها تنها در ریاضیات کاربرد ندارند و به طور گسترده‌ای در علوم پایه مانند فیزیک و شیمی و نیز در علوم پیشرفته‌ای نظیر رایانه کاربرد دارند.

در این کتاب به آموزش اصول و مباحث پایه‌ای و مهم الگوریتم پرداخته شده است. همچنین سعی شده تا مباحث در حد امکان به طور سریع و مختصر بیان شود و با ارائه‌ی چند مثال، مبحث بیان شده برای مخاطب روشن گردیده است.

این کتاب برای دانشجویان مقاطع کارشناسی و بالاتر و همچنین علاقه‌مندان به الگوریتم مناسب می‌باشد. و می‌تواند به عنوان کتاب کمکی در دروس «ساختمان داده‌ها و الگوریتم‌ها» و «اصول طراحی الگوریتم‌ها» استفاده شود.

این کتاب مشتمل بر ۱۲ فصل می‌باشد. فصل اول به مباحث مقدماتی الگوریتم

اختصاص داده شده است. فصل‌های ۲ تا ۱۰ به تشریح مباحث مهم الگوریتم‌ها اختصاص داده شده است. در این میان تنها مبحث الگوریتم‌های گراف، علی‌رغم اهمیتی که داشت، در کتاب گنجانده نشد؛ زیرا هدف این کتاب آموزش سریع مباحث الگوریتم می‌باشد؛ در حالیکه مبحث الگوریتم‌های گرافی بسیار وسیع و در عین حال پیچیده می‌باشد. البته علاقه‌مندان به این مبحث می‌توانند به مراجعی که در پایان کتاب آمده است، مراجعه کنند.

در فصل ۱۱ بعضی مباحث پیشرفته‌ی الگوریتم‌ها مانند پیچیدگی محاسبات و ماشین تورینگ به طور خلاصه و اشاره‌وار بیان شده‌اند تا خوانندگان بتوانند در صورت علاقه، این مباحث را پیگیری کنند.

تعداد ۷۰ سوال تستی به همراه پاسخنامه و ۸۰ مسأله‌ی تشریحی در فصل پایانی کتاب ارائه شده است.

امید است این کتاب بتواند راهنمای مناسبی برای آموزش الگوریتم به شما خوانندگان عزیز باشد. در پایان خوشحال خواهیم شد که نظرات و پیشنهادات خود را با ما از طریق پست الکترونیکی shahreza@shirali.ir و mohammad@shirali.ir در میان بگذارید.

دکتر محمد حسن شیرعلی شهرضا

محمد شیرعلی شهرضا

۱۳۸۶