



اصول طراحی

کامپیوتر

www.ketab.ir

مؤلف:

فردین شاپوری

عضو هیأت علمی دانشگاه

ناشر:

کانون نشر علوم



ناشر علوم

www.nashreeloom.com

پیشگام در نشر آثار برگزیده علوم کاربردی کامپیوتر و الکترونیک

سرشناسه: شاپوری، فردین، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور: اصول طراحی کامپایلر: تألیف فردین شاپوری.
مشخصات نشر: تهران: کانون نشر علوم، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری: ۲۶۴ ص.
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۷-۰۸۶-۵
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
موضوع: کامپایلرها (برنامه کامپیوتر) -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع: کامپایلرها (برنامه کامپیوتر) -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع: دانشگاه‌ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون‌ها
رده‌بندی کتابخانه: QA ۷۶/۷۶:ک۲ ۱۳۹۰ ش ۲
رده‌بندی دیوینی: ۰۰۵۱۴۵۳
شماره کتابشناسی ملی: ۲۲۶۰۷۱۶

نام کتاب: اصول طراحی کامپایلر
ناشر: کانون نشر علوم
مؤلف: فردین شاپوری
ویراستار ادبی: سید علی منوری
ناظر فنی چاپ: سید مصطفی منوری
تایپ و صفحه‌بندی: کانون نشر علوم
طرح جلد: فهیمه بشری موحد
چاپ اول: ۱۳۹۰
تیراژ: ۲۰۰۰
چاپ و صحافی: حدیث، کیمیا
قیمت: ۹۵۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۷-۰۸۶-۵

کانون نشر علوم دارنده اولین گواهینامه سیستم
مدیریت کیفیت از ITCC انگلستان
Certificate Number: 4013738



دفتر مرکزی پخش: خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان وحید نظری
شرقی، پلاک ۶۵، واحد ۱

تلفن: ۶۶۹۶۱۵۶۸-۶۶۴۹۴۹۱۱



سخن ناشر

به نام خداوند بخشنده و مهربان

گستره دانش بشری در برابر علم بی‌پایان و نامتناهی حضرت حق (جلّ جلاله) بسیار ناچیز است؛ همچنان که کریمه «و ما عطا نکردیم به شما علم را جز اندکی» شاهی است بر ضعف معرفت انسانی نسبت به حکمت صمدانی. با این حال چه نیکو سفارش فرموده است خاتم انبیاء، حضرت محمد مصطفی (ص)، که «بخوید علم را اگر چه به سرزمین چین». این توصیه، تمامی پیروان راستین دین حنیف اسلام را به فراگیری و اکتساب علوم و فنون مختلف در همه زمان‌ها و همه مکان‌ها فرا می‌خواند.

تلاش کانون نشر علوم، همواره معطوف به تولید آثار شایسته و بایسته در زمینه فنی و مهندسی بوده است؛ اگر چه که در این راه مشکلات و دشواری‌های فراوانی حادث شده و خواهد شد. این امر تا حدّی بسیار، تابعی از ماهیت رشته‌های فنی و مهندسی و معارف مربوط به آنهاست؛ چرا که این رشته‌ها به سرعت و بی‌وقفه در حال نو به نو شدن هستند. این امر رسالت کانون نشر علوم را در نشر آثار مربوطه، اعم از تألیف یا ترجمه، خطیرتر کرده و می‌کند. در این ارتباط دغدغه اصلی کانون نشر علوم این بوده و هست که اولاً، از قافله علوم فنی و مهندسی عقب نماند؛ و ثانیاً، آثاری را به زیور طبع بیاراید که ضمن داشتن وجاهت علمی، در خور شأن مخاطبین اندیشمند و فاضل نیز باشد. امید است که خداوند متّان در این مهم مساعدت فرماید.

پایان سخن اینکه، کانون نشر علوم دست یاری و همت تمامی مؤلفین و مترجمین علاقه‌مند در زمینه علوم فنی و مهندسی را به گرمی می‌فشارد و تمامی ایشان را خاضعانه و خاشعانه به همکاری فرا می‌خواند. همچنین این مجموعه از تمامی مخاطبین استدعا دارد که با نظرات صائب و راهگشای خود، در بهبود شکلی و محتوایی آثار منتشر شده مساعدت فرمایند؛ و صد البته که تمامی کاستی‌ها از این رهگذر تنها و تنها متوجه این مجموعه بوده و هست.

سید محمدحسین منّوری

کانون نشر علوم



مقدمه مؤلف

این کتاب به عنوان مرجع کامل درس اصول طراحی کامپایلر رشته‌های مهندسی کامپیوتر و علوم کامپیوتر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در طی بیش از ده سال تدریس این درس در دانشگاه‌های آزاد و دولتی همیشه فکر می‌کردم یک کتاب جامع، کامل و سلیس که کل سرفصل مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری را پوشش دهد باید برای دانشجویان عزیز نوشته شود که این انگیزه نوشتن این کتاب بر پایه تجربه چندین ساله تدریس این درس در دانشگاه شد. در تحریر این کتاب تلاش شده که کتاب دارای ساختاری مناسب برای تدریس در دانشگاه باشد تا اساتید محترم بتوانند با اطمینان آن را به عنوان مرجع اصلی درس در دانشگاه معرفی کنند. برای بیان هر چه بهتر مفاهیم سعی شده از مثال‌های زیادی در هر فصل استفاده شود و در پایان هر فصل تمرین‌های متعددی که کل مطالب فصل را بیوشاند آورده شده است که حل آنها در تسریع یادگیری می‌تواند موثر باشد. با توجه به اینکه این درس جزو مواد امتحانی آزمون کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر نیز است، در هر فصل تمامی نکات تستی آورده شده و در انتهای هر فصل به صورت موضوعی مجموعه غنی‌ای از تست‌های کنکور سراسری کارشناسی ارشد و مؤلف به همراه پاسخ تشریحی این تست‌ها آورده شده است که این نیز بر اساس تجربه تدریس چند ساله خود در دوره‌های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد می‌باشد. لذا این کتاب به عنوان یک مرجع کامل برای شرکت در آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

پیش‌نیاز درس اصول طراحی کامپایلر دروس نظریه زبانها و ماشینها و طراحی و پیاده سازی زبانهای برنامه سازی است. اگر در جایی به مطالب درس نظریه زبانها و ماشینها برای بیان مفهومی نیاز باشد، تلاش شده تا حد امکان آن مطالب یادآوری شود تا خواننده بتواند براحتی بحث را دنبال کند. به هر حال خواننده محترم در صورت نیاز به دانش بیشتر می‌تواند به منابع مربوط به درس نظریه زبانها و ماشینها مراجعه کند.

فصل یک به طور مقدماتی کامپایلر و مراحل کامپایل را شرح می‌دهد. با مطالعه این فصل یک دید اولیه نسبت به کامپایلر و فرایند کامپایل کسب می‌شود. فصل دوم به شرح عملکرد مرحله تحلیل لغوی و روشهای طراحی آن می‌پردازد. از آنجائیکه مبحث تحلیل نحوی گسترده است و روشهای تحلیل نحوی یا تجزیه به دو دسته کلی بالا به پایین و پایین به بالا تقسیم می‌شوند، به این مبحث در دو فصل سوم و چهارم به طور مفصل پرداخته می‌شود. فصل سوم به شرح مرحله تحلیل نحوی به طور کلی و به طور خاص به روشهای تجزیه بالا به پایین می‌پردازد. فصل چهارم ادامه مبحث تحلیل نحوی است و به طور خاص روشهای تجزیه پایین به بالا را شرح می‌دهد. فصل پنجم به موضوع مدیریت حافظه و استراتژیهای تخصیص حافظه می‌پردازد. مطالب این فصل در درس طراحی و پیاده‌سازی زبانهای برنامه‌سازی نیز بحث می‌شود. خواننده محترم در صورت نیاز می‌تواند این فصل را مطالعه کند. فصل ششم به تحلیل معنایی و ترجمه مبتنی بر نحو می‌پردازد. یکی از روشهای



www.nashreeloom.com

www.nashreeloom.com

پیشگام در نشر آثار برگزیده علوم کاربردی کامپیوتر و الکترونیک

بر کاربرد برای پیاده‌سازی مراحل تحلیل معنایی و تولید کد استفاده از گرامر خصیصه می‌باشد. در این فصل موضوعات گرامر خصیصه و ترجمه با هدایت نحو بحث می‌شود. در فصل هفتم به موضوع تولید کد میانی پرداخته می‌شود. خواننده محترم بهتر است قبل از مطالعه این فصل مطالب فصل ششم را حداقل تا مبحث پیاده‌سازی طرح ترجمه به کمک تجزیه‌گر بالا به پایین مطالعه کرده باشد. در فصل هشتم موضوع بهینه‌سازی کد میانی بحث می‌شود و نحوه اعمال تبدیلات بهینه‌سازی متداول و مرسوم شرح داده می‌شود. همان‌طور که ذکر شد این هشت فصل، بر فصل مصوب درس اصول طراحی کامپایلر دوره کارشناسی رشته‌های مهندسی کامپیوتر و علوم کامپیوتر را به طور کامل پوشش می‌دهد. همچنین فصول ۶، ۷ و ۸ این کتاب می‌تواند یک مرجع مناسب در کنار سایر مراجع درس کامپایلر به‌شرفته دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر باشد.

هر چند تلاش شده کتاب جامع و کامل باشد و از کیفیت بسیار خوبی برخوردار باشد با این وجود خالی از اشکال نیست. لذا از اساتید محترم و دانشجویان عزیز خواهشمندم اشکالات کتاب، نظرات و انتقادات خود را از طریق پست الکترونیکی با اینجانب در میان بگذارید. امید است این خدمت ناچیز مورد قبول خداوند متعال قرار گرفته و قابل استفاده شما عزیزان باشد. بر خود لازم می‌دانم از همه کسانی که در به ثمر رسیدن این اثر نقش داشته‌اند و مجموعه انتشارات کانون نشر علوم خصوصاً مدیریت آن جناب آقای مهندس منوری قلی‌کهر و قدردانی کنم.

فردین شاپوری

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

shapourifardin@gmail.com

فهرست مطالب

www.ketab.ir

**فصل اول: بررسی مقدماتی کامپایلر**

۱۵	۱-۱- مقدمه.....
۱۵	۲-۱- روش‌های ترجمه و اجرای برنامه سطح بالا.....
۱۶	۱-۲-۱- استفاده از مفسر.....
۱۷	۲-۲-۱- استفاده از کامپایلر.....
۱۹	۳-۱- ساختار محیط‌های برنامه‌نویسی.....
۲۰	۴-۱- ساختار کامپایلر.....
۲۲	۱-۴-۱- تحلیل گرافوی.....
۲۴	۲-۴-۱- تحلیل گراف نحوی.....
۲۶	۳-۴-۱- تحلیل گراف معنایی.....
۳۰	۴-۴-۱- تولیدکننده کد میانی.....
۳۱	۵-۴-۱- بهینه‌سازی کد میانی.....
۳۲	۶-۴-۱- تولیدکننده کد نهایی.....
۳۳	۷-۴-۱- بهینه‌سازی کد نهایی.....
۳۶	۸-۴-۱- جدول نمادها.....
۳۶	۹-۴-۱- خطاپرداز.....
۳۷	۵-۱- بخش بندی کامپایلر.....
۳۸	۶-۱- برخی از انواع کامپایلرها.....
۴۱	۷-۱- برگردان.....
۴۲	تمرینات فصل اول.....
۴۳	پرسش‌های چهارگزینه‌ای.....
۴۷	پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای.....

فصل دوم: تحلیل لغوی

۵۱	۱-۲- نحوه تعامل تجزیه‌گر و اسکنر.....
۵۲	۲-۲- شرح عملکرد اسکنر.....
۵۵	۳-۲- افزایش سرعت اسکنر با استفاده از میان‌گیر.....
۵۷	۴-۲- زبان‌ها.....
۵۸	۱-۴-۲- تعاریف اولیه.....
۵۹	۲-۴-۲- انواع زبان‌ها.....
۶۰	۳-۴-۲- گرامرها و انواع آن.....
۶۲	۴-۴-۲- زبان‌های منظم.....



ناشر علم



www.nashreloom.com

پیشگام در نشر آثار برگزیده علوم کاربردی کامپیوتر و الکترونیک

۶۴	۵-۲- روش‌های طراحی و ساخت اسکتر
۶۵	۵-۲-۱- پیاده‌سازی دستی برنامه اسکتر
۷۹	۵-۲-۲- تولید خودکار برنامه اسکتر با استفاده از ابزار
۸۵	۶-۲- پیچیدگی زمانی اسکتر
۸۶	تمرینات فصل دوم
۹۱	پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۹۶	پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۹۹	فصل سوم: تحلیل نحوی
۹۹	۳-۱- مقدمه
۹۹	۳-۲- گرامرهای مشتق از متن
۱۰۰	۳-۲-۱- اشتقاق
۱۰۱	۳-۲-۲- درخت تجزیه
۱۰۲	۳-۲-۳- گرامرهای مبهم
۱۰۷	۳-۳- انواع روش‌های تجزیه
۱۱۱	۳-۴- تجزیه بالا به پایین
۱۱۳	۳-۴-۱- تجزیه‌گر بازگشتی پیشگو
۱۱۶	۳-۴-۱-۱- برخورد دقیق با قواعد پوچ
۱۱۷	۳-۴-۲- مشکل بازگشتی چپ در تجزیه‌گرهای بالا به پایین
۱۲۲	۳-۴-۳- فاکتورگیری چپ
۱۲۳	۴-۴-۲- محاسبه توابع first و follow
۱۲۷	۴-۴-۵- گرامرهای $LL(1)$
۱۳۳	۴-۴-۶- تجزیه‌گر غیر بازگشتی پیشگو $(LL(1))$
۱۳۴	۴-۴-۶-۱- روش ساخت جدول تجزیه $LL(1)$
۱۳۷	۴-۴-۲- الگوریتم تجزیه غیر بازگشتی پیشگو $(LL(1))$
۱۳۹	۳-۵- رفع خطای نحوی
۱۴۰	۳-۵-۱- استفاده از رفع خطای panic mode در تجزیه‌گر $LL(1)$
۱۴۴	۳-۵-۲- استفاده از رفع خطای phrase level در تجزیه‌گر $LL(1)$
۱۴۴	۳-۶- زبان‌ها و گرامرهای $LL(k)$
۱۵۲	تمرینات فصل سوم
۱۵۶	پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۱۷۳	پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای



۱۸۳	فصل چهارم: تجزیه پایین به بالا
۱۸۳	۱-۴- مقدمه
۱۸۸	تداخل‌ها در تجزیه‌گرهای پایین به بالا
۱۸۸	تداخل انتقال-کاهش (s/r)
۱۸۹	تداخل کاهش-کاهش (r/r)
۱۹۰	۲-۴- تجزیه تقدم عملگر
۱۹۱	ساختار تجزیه‌گر تقدم عملگر
۱۹۲	۱-۲-۴- ساخت جدول تجزیه تقدم عملگر
۱۹۲	ساخت جدول به صورت استدلالی
۱۹۳	ساخت جدول با استفاده از توابع firstterm و lastterm
۱۹۳	تعریف تابع firstterm
۱۹۳	تعریف تابع lastterm
۱۹۵	۲-۲-۴- الگوریتم تجزیه تقدم عملگر
۱۹۷	۳-۲-۴- کاهش حافظه مصرفی با استفاده از توابع f و g
۲۰۰	۴-۲-۴- معایب روش تجزیه تقدم عملگر
۲۰۰	۵-۲-۴- رفع خطا در روش تجزیه تقدم عملگر
۲۰۲	۳-۴- تجزیه تقدم ساده
۲۰۳	۱-۳-۴- ساخت جدول تجزیه تقدم ساده
۲۰۳	تعریف تابع head
۲۰۳	تعریف تابع tail
۲۰۴	۲-۳-۴- الگوریتم تجزیه تقدم ساده
۲۰۷	۳-۳-۴- مشکلات بازگشتی چپ و راست در روش تجزیه تقدم ساده
۲۰۷	۴-۴- تجزیه‌گر LR
۲۰۸	ساختار کلی تجزیه‌گرهای LR
۲۰۹	تعریف پیکربندی
۲۱۱	۱-۴-۴- الگوریتم تجزیه LR(1)
۲۱۳	۲-۴-۴- تشخیص دستگیره‌ها در تجزیه‌گرهای LR
۲۱۴	۳-۴-۴- ساخت جدول تجزیه LR(1)
۲۱۵	تعریف تابع بستار
۲۱۵	رسم نمودار انتقال LR(1)
۲۱۸	ساخت جدول تجزیه LR(1) از روی نمودار انتقال LR(1)
۲۲۲	تعریف قلم هسته‌ای



۲۲۲	۴-۴-۴ گرامرهای LR(0) و نحوه ساخت جدول تجزیه LR(0)
۲۲۶	۴-۴-۵ ساخت جدول تجزیه CLR(1)
۲۲۷	تعریف تابع بستار
۲۲۸	رسم نمودار انتقال CLR(1)
۲۲۹	ساخت جدول تجزیه CLR(1) از روی نمودار انتقال CLR(1)
۲۳۰	۴-۴-۶ ساخت جدول تجزیه LALR(1)
۲۴۰	۴-۴-۵ مزیت استفاده از گرامرهای مبهم در روش تجزیه LR
۲۴۲	۴-۴-۶ رابطه بین گرامرها و زبان‌های LL(k) و LR(k)
۲۴۷	۴-۴-۷ رفع خطای تجویز در تجزیه‌گرهای LR
۲۴۷	روش رفع خطای panic mode
۲۴۸	روش اصلاح خطای phrase level
۲۵۱	۴-۴-۸ تولید خودکار تجویزگر با استفاده از ابزار
۲۵۴	نحوه برخورد YACC با گرامرهای مبهم
۲۵۶	تمرینات فصل چهارم
۲۶۱	پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۸۲	پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۳۰۳	فصل پنجم: محیط زمان اجرا و مدیریت حافظه
۳۰۳	۵-۱- مقدمه
۳۰۳	۵-۲- سازمان حافظه
۳۰۵	۵-۳- استراتژی‌های تخصیص حافظه
۳۰۶	۵-۳-۱ تخصیص حافظه به صورت ایستا
۳۰۷	۵-۳-۲ تخصیص حافظه به صورت پشته‌ای
۳۰۹	رکورد فعالیت
۳۱۲	۵-۳-۱-۱ دنباله فراخوانی و دنباله بازگشت
۳۱۳	۵-۳-۲-۲ داده‌های با طول متغیر روی پشته
۳۱۴	۵-۳-۲-۳ دستیابی به داده‌های غیر محلی روی پشته
۳۱۹	۵-۳-۲-۲ تخصیص حافظه به روش heap
۳۲۲	۵-۳-۳-۱ تخصیص حافظه heap با اندازه ثابت
۳۲۳	۵-۳-۳-۲ تخصیص حافظه heap با اندازه متغیر
۳۲۴	تمرینات فصل پنجم
۳۲۵	پرسش‌های چهارگزینه‌ای



پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۳۲۶

فصل ششم: تحلیل معنایی و ترجمه مبتنی بر نحو ۳۲۷

۳۲۷	۱-۶- مقدمه
۳۲۸	۲-۶- گرامر خصیصه
۳۲۸	۱-۲-۶- خصیصه ساختگی
۳۳۰	۲-۲-۶- خصیصه موروثی
۳۳۱	۳-۶- ترجمه مبتنی بر نحو
۳۳۲	۱-۳-۶- تعریف مبتنی بر نحو
۳۳۸	۱-۳-۳-۶- تعریف L-attributed
۳۳۹	۲-۳-۶- طرح ترجمه مبتنی بر نحو
۳۴۱	۱-۲-۳-۶- نحوه تبدیل تعریف مبتنی بر نحو به طرح ترجمه
۳۴۲	۲-۲-۳-۶- پیاده‌سازی طرح ترجمه به کمک تجزیه‌گر بالا به پایین
۳۴۴	حذف بازگشتی چپ از یک طرح ترجمه
۳۴۶	۳-۲-۳-۶- پیاده‌سازی طرح ترجمه به کمک تجزیه‌گر پایین به بالا
۳۴۷	حذف کنش‌های مفهومی بین نمادهای سمت راست قواعد گرامر
۳۴۸	ترجمه با خصیصه‌های موروثی
۳۵۴	تمرینات فصل ششم
۳۵۷	پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۳۶۱	پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

فصل هفتم: تولید کد میانی ۳۶۵

۳۶۵	۱-۷- مقدمه
۳۶۸	۲-۷- تولید کد بالا به پایین
۳۷۶	۱-۲-۷- تولید کد ساختارهای شرطی
۳۸۰	۲-۲-۷- تولید کد ساختارهای تکرار
۳۸۶	۳-۲-۷- تولید دستورات پرش با مقصد یکسان
۳۸۸	۳-۷- تولید کد پایین به بالا
۳۹۱	تمرینات فصل هفتم
۳۹۳	پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۴۰۲	پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

فصل هشتم: بهینه‌سازی کد ۴۱۱

۴۱۱	۱-۸- مقدمه
-----	------------



ناشر علوم



www.nashreloom.com

پیشگام در نشر آثار برگزیده علوم کاربردی کامپیوتر و الکترونیک

- ۴۱۲..... ۸-۲- تبدیلات بهینه‌سازی
- ۴۱۶..... ۸-۳- گراف جریان کنترل
- ۴۲۲..... ۸-۴- نمایش DAG بلوک‌های پایه
- ۴۲۳..... ۸-۴-۱- پیدا کردن زیرعبارت‌های مشترک محلی
- ۴۲۵..... ۸-۴-۲- حذف کد مرده
- ۴۲۶..... ۸-۴-۳- استفاده از همانی‌های جبری
- ۴۳۲..... ۸-۵- بهینه‌سازی حلقه‌ها
- ۴۳۵..... ۸-۶- اثر تبدیلات بهینه‌سازی
- ۴۳۷..... تمرینات فصل هشتم
- ۴۴۰..... پرسش‌های چهارگزینه‌ای
- ۴۴۳..... پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

واژه‌نامه

- ۴۴۵..... انگلیسی به فارسی
- ۴۵۴..... فارسی به انگلیسی
- ۴۶۳..... منابع