

رسالة محمد

برنامه‌نویسی شی‌گرا

به زبان C++

مسائل حل شده و مثال‌های کاربردی

دکتر فرشاد ترابی

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

۱۳۹۲

سرشناسه	: ترابی، فرشاد، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور	: برنامه‌نویسی شی‌گرا به زبان ++C و مسایل حل شده و مثال‌های کاربردی /فرشاد ترابی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۴۲۷ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-6383-49-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: برنامه‌نویسی شی‌گرا
موضوع	: برنامه‌نویسی شی‌گرا -- مسائل، تمرین‌ها و غیره
موضوع	: سی ++ (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر)
موضوع	: سی ++ (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر) -- مسائل، تمرین‌ها و غیره
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ ۴۳ب۴ / ت ۶۴ / QAV۶
رده بندی دیویی	: ۰۰۵/۱۱۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۲۹۵۵۶۹

نام کتاب: برنامه‌نویسی شی‌گرا به زبان ++C، مسائل حل شده و مثال‌های کاربردی
مؤلف: دکتر فرشاد ترابی، عضو هیأت علمی دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
همکاران تألیف: سعید سیری، امیرحسین تاجیک، وحید جنانی، سوگند پروانه مسیحا، حوریه‌سادات
ابن‌الرسول، روح‌الله پوربافرانی، احمد احمدی‌فر، مرتضی نغمه‌کو، احمد زیبافر، عادل حیدرآبادی‌پور،
راضیه حامدی، اکرم غلامی پره، زهرا اوجاقی سیدسران، امیرحسین برجی موخر، مسعود وحیدی، علی
سوهانی، سیاوش عزیزی

ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: آبان‌ماه ۱۳۹۲

تیراژ: ۵۰۰ جلد

کد کتاب: ۳۳۵

قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان

ISBN: 978-600-6383-49-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۸۳-۴۹-۱

لیتوگرافی: امین

چاپ و صحافی: نوبهار (۶۶۴۶۰۳۹۵ - ۰۲۱)

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر (عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد،

روبروی ساختمان اسکان (۸۸۷۷۲۲۷۷-۰۲۱)

تقدیم به

تمامی دانشجویان عزیز پارسی زبان

و تمامی ایرانیان فرهیخته و به دنبال علم در سراسر دنیا

خصوصاً دانشجویان گرامی خودم در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

پیش‌گفتار

جلد اول این کتاب به نام «برنامه‌نویسی شی‌گرا به زبان ++C» که به نوعی کتاب آموزشی و مرجع این مجموعه است، شامل مروری بر مبانی و مفاهیم پایه‌ی برنامه‌نویسی است. در آن کتاب قوانین پایه و مهم زبان C/C++ تا حد مطلوبی مورد مطالعه قرار گرفته و برای نمایش چگونگی نگارش برنامه، در هر زمینه مثال‌های کوچکی ارائه شده‌است. اگرچه تعداد مثال‌های بیان‌شده در جلد اول بسیار زیاد است، اما تمامی آن‌ها مثال‌های آموزشی بوده و مثال‌های کاربردی آن کم است. یکی از مواردی که باعث افزایش قدرت یادگیری یک زبان برنامه‌نویسی شده و جزو نقاط قوت کتاب‌های آموزش محسوب می‌شود، وجود مسائل حل شده و نمونه‌های عملی اجرایی است که با توجه به موضوعیت کتاب مرجع، امکان قرار دادن چنین مسائلی در آن کتاب میسر نبود. به منظور جامع‌تر شدن مطالب آموزشی مورد نظر، نیاز به یک مجموعه‌ی مسائل حل شده و نکات عملی جهت نگارش برنامه‌های محاسباتی احساس می‌شد. به همین دلیل نگارش کتاب حاضر جهت تکمیل این مجموعه به انجام رسیده‌است.

کتاب حاضر که جلد دوم مجموعه‌ی آموزشی زبان C/C++ محسوب می‌شود، حاوی مسائل حل شده‌ی زیادی است که در آن نکات مهم در برنامه‌نویسی برای حل مسائل واقعی بیان شده‌است. این مسائل با توجه به تجربه‌ی تدریس کتاب مرجع در دانشکده مهندسی مکانیک در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی انتخاب شده‌اند. در طول مدت تدریس این زبان، به نکات مورد نیاز دانشجویان توجه و تلاش شده تا مواردی که در دوره‌ی یادگیری، دانشجویان به

آن نیاز داشته و برایشان مبهم بوده، در قالب مثال‌های عملی و آموزشی در کتاب حاضر جمع و حل شود. بنابراین مسائلی که مطرح و حل شده، علاوه بر گزیده‌ی مسائل انتهایی هر فصل، مثال‌های متنوع دیگری نیز شامل شده که هر کدام یکی از نکات و ظرایف زبان C/C++ را دربر دارد. علاوه بر ارائه‌ی پاسخ هر مسأله، توضیحات مناسب و کافی برای یادگیری برنامه‌ی نوشته شده نیز ارائه و به نکات جدید و آموزنده‌ی آن اشاره شده‌است.

در حل مسائل کاربردی در کتاب حاضر، علاوه بر آنکه نحوه‌ی نگارش برنامه‌های کاربردی آموزش داده شده، بسیاری از موارد پایه‌ای که در کتاب اصلی بیان نشده نیز بیان شده‌است. بنابراین کتاب حاضر نه فقط یک کتاب حل مسأله، بلکه یک کتاب آموزشی در زمینه‌ی زبان C/C++ نیز محسوب می‌شود. بسیاری از دستورهایی که در این کتاب به آن اشاره شده، در کتاب مرجع بیان نشده و جهت مطالعه‌ی بیشتر به خواننده واگذار شده بود. با توجه به طراحی کتاب حاضر و مطالبی که در آن بیان شده، این کتاب را درحقیقت می‌توان تکمیل‌کننده‌ی کتاب اصلی در نظر گرفت.

از لحاظ ساختاری سعی شده که فصل‌بندی این کتاب شبیه کتاب اصلی باشد. دو بخش نخست کتاب حاضر هماهنگی کاملی با کتاب مرجع داشته و فصل‌های آن نظیر فصل‌های کتاب اصلی است. بدین صورت که حتی عنوان فصل‌های این کتاب نیز همنام با فصل‌های کتاب مرجع انتخاب شده و در حل مسائل هر فصل این نکته در نظر گرفته شده که زبان‌آموز از مطالب فصل‌های بعدی هنوز اطلاعی ندارد. به عبارت دیگر این کتاب قدم به قدم با کتاب اصلی، در جهت آموزش زبان C/C++ پیش می‌رود. اما در این کتاب بخش سومی هم وجود دارد که در آن برنامه‌هایی آورده شده که توسط دانشجویان اینجانب به‌عنوان پروژه‌ی درسی در طول دوران آموزش این کتاب به انجام رسیده‌است. پروژه‌هایی که توسط دانشجویان انجام شده دارای سطوح بسیار مختلفی از پیچیدگی بوده که مناسب دیده شد گزیده‌ای از آن‌ها برای آموزش در بخش انتهایی کتاب آورده شود. مطالعه‌ی این پروژه‌ها علاوه بر آنکه دید بهتری به برنامه‌نویسی می‌دهد، می‌تواند به‌عنوان الگویی مناسب برای آموزش مورد استفاده قرار گیرد. برای آنکه حق امتیاز دانشجویانی که از پروژه‌ی آن‌ها در این کتاب استفاده شده محفوظ شناخته شود، مشخصات این عزیزان نیز در کتاب آورده شده‌است.

پروژه‌هایی که در این بخش ارائه می‌شوند را می‌توان به دو دسته طبقه‌بندی کرد. دسته‌ی اول پروژه‌هایی هستند که از نظر برنامه‌نویسی آسان بوده و از پیچیدگی کمی برخوردار هستند. این پروژه‌ها به‌منظور مطالعه‌ی نحوه‌ی برنامه‌نویسی و حل مسأله به‌طور مقدماتی بسیار مناسب بوده

پیش‌گفتار خ

و برای شروع برنامه‌نویسی بسیار مفید هستند. به علت پیچیدگی کم، تمامی این پروژه‌ها در قالب یک فصل جمع‌آوری و ارائه شده‌اند. اما دسته‌ی دوم پروژه‌های انجام شده، آن‌هایی هستند که از نظر فنی بسیار مناسب و برنامه‌نویسی آن‌ها نسبتاً پیچیده‌تر و سخت‌تر است. در این برنامه‌ها مفاهیم شی‌گرایی که در سراسر کتاب به آن اشاره شده، بخوبی مورد استفاده قرار گرفته و هرکدام از آن‌ها یک برنامه‌ی کامل و کاربردی را تشکیل می‌دهند. نظر به کاربردی بودن و سطح بالای برنامه‌نویسی که در آن‌ها رعایت شده، مناسب به نظر رسیده‌است که هرکدام از آن‌ها در یک فصل جداگانه قرار گرفته و به‌طور کامل مورد مطالعه قرار گیرند.

باید توجه داشت که مسائل حل شده در این بخش از کتاب، صرفاً مسائلی هستند که دانشجویان جهت نمایش توانایی برنامه‌نویسی خود ارائه داده و هدف اصلی از ارائه‌ی آن نحوه‌ی انجام محاسبات مهندسی با برنامه‌نویسی به زبان C/C++ است. بدیهی است که امکان دارد داده‌ها یا برخی از فرمول‌ها از نظر علمی کمی با داده‌ها یا فرمول‌های موجود در کتاب‌های مرجع علم مربوطه متفاوت باشد. یا اینکه در برخی از موارد به‌جای استفاده از داده‌های موجود در کتاب‌های مرجع، به‌منظور آسانی در برنامه‌نویسی، از معادله‌ها یا فرضیات خاصی استفاده شده‌باشد. در این موارد، خطای موجود در محاسبات ارتباطی با اشتباه بودن برنامه ندارد. آنچه که در اینجا حائز اهمیت است، نحوه‌ی حل مسائل مهندسی و عملی با استفاده از برنامه‌نویسی به زبان C/C++ است. با توجه به این مطلب، بدیهی است که صحت فرمول‌ها و داده‌های موجود در این مسائل مورد تأیید نویسنده نیست.

نکته‌ی مهمی که در این کتاب وجود دارد، نحوه‌ی دسترسی به برنامه‌های توسعه یافته‌است. با توجه به معماری که برای طراحی این کتاب در نظر گرفته شده، خروجی‌های نهایی برنامه آورده نشده و تمامی آنها به‌عنوان تمرین برای خواننده واگذار شده‌است. به همین دلیل لازم است برای مشاهده‌ی خروجی این برنامه‌ها، زبان‌آموزان عزیز برنامه‌ها را اجرا کرده و خروجی را نمایش دهند. به منظور دسترسی آسان‌تر برای خوانندگان گرامی، تمامی برنامه‌های نوشته شده در این کتاب، در صفحه‌ی شخصی اینجانب در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین به آدرس <http://sahand.kntu.ac.ir/~ftorabi> موجود است.

در این‌جا لازم است از تمامی دانشجویان عزیزم در دانشکده‌ی مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی که در طی این سال‌ها با ارائه‌ی نقطه‌نظرات مثبت و سازنده‌ی خود کمک بزرگی به طراحی و تکمیل این مجموعه کتاب کردند، و همچنین با حضور پر شور و اشتیاق خود بنده را به نوشتن این مجموعه تشویق نمودند تشکر کرده و برای آن‌ها سلامتی و

پیشرفت در زندگی آرزومندم. خصوصاً از دانشجویان عزیزم جناب آقای مهندسی علی سوهانی، آقای مهندسی سیاوش عزیزی و سرکار خانم مهندسی زهرا اوجاقتی سیدسران به‌خاطر زحمت زیادی که جهت ویراستاری ادبی و علمی کل کتاب کشیدند تشکر می‌کنم.

در حروف‌چینی این کتاب از بسته‌ی حروف‌چینی رایگان و متن‌باز XǝPersian استفاده شده‌است که تماماً مدیون زحمات بی‌شمار آقای دکتر وفا خلیقی، عضو هیأت علمی دانشگاه مکزیک استرالیا بوده‌است. همچنین دوستان عزیز زیادی با راه‌اندازی «تالار گفتگوی پارسی» از این بسته گرانبها پشتیبانی کرده و به غنای آن افزوده‌اند که از جمله می‌توان به آقایان دکتر محمود امین‌طوسی استادیار دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر دانشگاه حکیم سبزواری، سید احمد موسوی دانشجوی دکتری ریاضی دانشگاه شهید باهنر کرمان، وحید دامن‌افشان مدرس ریاضی دانشگاه صنعتی کرمانشاه و هادی صفی‌اقدام از مدیران تالار گفتگوی پارسی اشاره کرد. ویرایش و صفحه‌آرایی این کتاب با استفاده از سبک متنی که برای جلد اول این مجموعه توسط آقای وحید دامن‌افشان تهیه شد، صورت گرفته و از نقطه نظرات وی در چیدمان مسائل و صفحه‌بندی بسیار استفاده شده‌است. بدین وسیله از زحمات این دوستان نیز قدردانی می‌کنم.

در پایان نیز جا دارد از دانشجویان گرامی و کوشا آقایان و خانم‌ها سعید سیری، امیرحسین تاجیک، وحید جنانی، سوگند پروانه مسیحا، حوریه‌السادات ابن‌الرسول، روح‌الله پوربافرانی، احمد احمدی‌فر، مرتضی نقمه‌کو، احمد زیبا، عادل حیدرآبادی‌پور، راضیه حامدی، اکرم غلامی پره، زهرا اوجاقتی سیدسران، امیرحسین برجی، مسعود وحیدی، علی سوهانی و سیاوش عزیزی که در نوشتن فصل‌های انتهایی کتاب کمک کردند تشکر ویژه‌ای داشته باشم و برای آنها سلامتی و شادی در زندگی آرزومندم.

فرشاد ترابی

تهران، یکم مهرماه ۱۳۹۲

فهرست مطالب

چ	پیش‌گفتار
ع	فهرست شکل‌ها
ک	فهرست جدول‌ها
ل	فهرست برنامه‌ها
۱	بخش اول دستوره‌ای مقدماتی زبان C/C++
۳	۱ مقدمه
۳	۱.۱ نکات و مفاهیم پایه
۴	۲.۱ مسائل
۴	مراجع
۵	۲ مقدمه‌ای بر زبان برنامه‌نویسی C/C++
۵	۱.۲ نکات و مفاهیم پایه

۶	..... مسائل ۲.۲
۸	..... مراجع
۹	متغیرها و ثابت‌های برنامه‌نویسی ۳
۹	..... نکات و مفاهیم پایه ۱.۳
۱۰	..... مسائل ۲.۳
۱۷	..... مراجع
۱۹	دستورهای ورودی/خروجی ۴
۱۹	..... نکات و مفاهیم پایه ۱.۴
۲۰	..... مسائل ۲.۴
۲۶	..... مراجع
۲۹	دستورهای کنترلی ۵
۲۹	..... نکات و مفاهیم پایه ۱.۵
۳۱	..... مسائل ۲.۵
۵۰	..... مراجع
۵۱	اشاره‌گرها و کاربرد آن در برنامه‌نویسی ۶
۵۱	..... نکات و مفاهیم پایه ۱.۶
۵۲	..... مسائل ۲.۶
۵۷	..... مراجع
۵۹	آرایه‌های استاتیکی و دینامیکی ۷
۵۹	..... نکات و مفاهیم پایه ۱.۷
۶۱	..... مسائل ۲.۷
۶۹	..... مراجع
۷۱	توابع ۸
۷۱	..... نکات و مفاهیم پایه ۱.۸

ز فهرست مطالب

۷۳	۲.۸	مسائل	.....
۸۰		مراجع	.....
۸۳	۹	کتابخانه‌های استاندارد	
۸۳	۱.۹	نکات و مفاهیم پایه	.....
۸۵	۲.۹	مسائل	.....
۹۴		مراجع	.....
۹۵		بخش دوم برنامه‌نویسی شی‌گرا	
۹۷	۱۰	آشنایی با شی و برنامه‌نویسی شی‌گرا	
۹۷	۱.۱۰	نکات و مفاهیم پایه	.....
۹۷	۲.۱۰	مسائل	.....
۹۸		مراجع	.....
۹۹	۱۱	کلاس و نحوه‌ی تعریف آن	
۹۹	۱.۱۱	نکات و مفاهیم پایه	.....
۹۹	۲.۱۱	مسائل	.....
۱۰۵		مراجع	.....
۱۰۷	۱۲	وراثت	
۱۰۷	۱.۱۲	نکات و مفاهیم پایه	.....
۱۰۸	۲.۱۲	مسائل	.....
۱۱۶		مراجع	.....
۱۱۷	۱۳	کلاس‌های انتزاعی	
۱۱۷	۱.۱۳	نکات و مفاهیم پایه	.....
۱۱۸	۲.۱۳	مسائل	.....
۱۲۲		مراجع	.....

۱۲۳	۱۴	حفاظت از داده‌ها و تعیین سطوح دسترسی
۱۲۳	۱.۱۴	نکات و مفاهیم پایه
۱۲۵	۲.۱۴	مسائل
۱۲۹		مراجع
۱۳۱	۱۵	سربارگذاری عملگرها
۱۳۱	۱.۱۵	نکات و مفاهیم پایه
۱۳۲	۲.۱۵	مسائل
۱۴۰		مراجع
۱۴۱	۱۶	سازنده‌ها و مخرب‌ها
۱۴۱	۱.۱۶	نکات و مفاهیم پایه
۱۴۲	۲.۱۶	مسائل
۱۴۸		مراجع
۱۴۹		بخش سوم پروژه‌های دانشجویان
۱۵۱	۱۷	پروژه‌های برنامه‌نویسی ساده
۱۵۱	۱.۱۷	به‌دست آوردن اعداد کامل
۱۵۲	۱.۱.۱۷	مشخصات دانشجو
۱۵۲	۲.۱.۱۷	الگوریتم و متن برنامه
۱۵۳	۳.۱.۱۷	خروجی برنامه
۱۵۳	۲.۱۷	بزرگترین مقسوم‌علیه مشترک و کوچکترین مضرب مشترک دو عدد
۱۵۳	۱.۲.۱۷	مشخصات دانشجو
۱۵۳	۲.۲.۱۷	الگوریتم و متن برنامه
۱۵۴	۳.۲.۱۷	خروجی برنامه
۱۵۵	۳.۱۷	نوشتن تمامی مقسوم‌علیه‌های یک عدد طبیعی
۱۵۵	۱.۳.۱۷	مشخصات دانشجو
۱۵۵	۲.۳.۱۷	الگوریتم و متن برنامه

۱۵۶	خروجی برنامه	۳.۳.۱۷
۱۵۶	نوشتن تمامی اعداد اول کوچکتر از یک عدد مورد نظر	۴.۱۷
۱۵۷	مشخصات دانشجو	۱.۴.۱۷
۱۵۷	الگوریتم و متن برنامه	۲.۴.۱۷
۱۵۸	خروجی برنامه	۳.۴.۱۷
۱۵۸	تولید سری فیبوناچی	۵.۱۷
۱۵۹	مشخصات دانشجو	۱.۵.۱۷
۱۵۹	الگوریتم و متن برنامه	۲.۵.۱۷
۱۶۱	خروجی برنامه	۳.۵.۱۷
۱۶۱	ارزیابی نویسنده	۴.۵.۱۷
۱۶۱	برنامه محاسبات مثلث	۶.۱۷
۱۶۲	مشخصات دانشجو	۱.۶.۱۷
۱۶۲	الگوریتم و متن برنامه	۲.۶.۱۷
۱۶۴	خروجی برنامه	۳.۶.۱۷
۱۶۵	ارزیابی نویسنده	۴.۶.۱۷
۱۶۶	برنامه محاسبه دترمینان ماتریس	۷.۱۷
۱۶۷	مشخصات دانشجو	۱.۷.۱۷
۱۶۷	الگوریتم و متن برنامه	۲.۷.۱۷
۱۷۰	خروجی برنامه	۳.۷.۱۷
۱۷۱	ارزیابی نویسنده	۴.۷.۱۷
۱۷۲	برنامه دفتر تلفن	۸.۱۷
۱۷۲	مشخصات دانشجو	۱.۸.۱۷
۱۷۲	الگوریتم و متن برنامه	۲.۸.۱۷
۱۸۲	خروجی برنامه	۳.۸.۱۷
۱۸۲	ارزیابی نویسنده	۴.۸.۱۷
۱۸۴	برنامه‌ی ماشین حساب	۹.۱۷
۱۸۴	مشخصات دانشجو	۱.۹.۱۷
۱۸۵	الگوریتم و متن برنامه	۲.۹.۱۷

۱۸۹	خروجی برنامه	۳.۹.۱۷
۱۸۹	ارزیابی نویسنده	۴.۹.۱۷
۱۹۲	مراجع	
۱۹۳	۱۸ برنامه‌ی ترسیم اشکال هندسی با استفاده از حروف (برنامه‌نویسی)	
۱۹۳	تعریف مسأله	۱.۱۸
۱۹۴	مشخصات دانشجو	۲.۱۸
۱۹۴	الگوریتم و متن برنامه	۳.۱۸
۲۱۲	خروجی برنامه	۴.۱۸
۲۱۲	ارزیابی نویسنده	۵.۱۸
۲۱۶	مراجع	
۲۱۷	۱۹ برنامه‌ی حل جدول سودوکو (بازی و سرگرمی)	
۲۱۷	تعریف مسأله	۱.۱۹
۲۱۸	مشخصات دانشجو	۲.۱۹
۲۱۸	الگوریتم و متن برنامه	۳.۱۹
۲۳۴	خروجی برنامه	۴.۱۹
۲۳۴	ارزیابی نویسنده	۵.۱۹
۲۳۵	مراجع	
۲۳۷	۲۰ پروژه حساب بانکی (برنامه‌نویسی)	
۲۳۷	تعریف مسأله	۱.۲۰
۲۳۷	مشخصات دانشجو	۲.۲۰
۲۳۸	الگوریتم و متن برنامه	۳.۲۰
۲۵۰	خروجی برنامه	۴.۲۰
۲۵۰	ارزیابی نویسنده	۵.۲۰
۲۵۴	مراجع	
۲۵۵	۲۱ محاسبه‌ی نیروی وارده به دریچه‌های سد (مکانیک سیالات)	

۲۵۵	۱.۲۱	تعریف مسأله
۲۵۶	۲.۲۱	مشخصات دانشجو
۲۵۶	۳.۲۱	الگوریتم و متن برنامه
۲۵۸	۱.۳.۲۱	تحلیل دریاچه‌های مختلف با مقاطع گوناگون
۲۶۴	۴.۲۱	خروجی برنامه
۲۶۴	۵.۲۱	ارزیابی نویسنده
۲۶۶		مراجع
۲۶۷	۲۲	محاسبه‌ی ماکزیم تنش در یک مقطع تیر (مقاومت مصالح)
۲۶۷	۱.۲۲	تعریف مسأله
۲۶۸	۲.۲۲	مشخصات دانشجو
۲۶۸	۳.۲۲	الگوریتم و متن برنامه
۲۷۱	۱.۳.۲۲	روش محاسبه‌ی I, t و Q
۲۷۸	۴.۲۲	خروجی برنامه
۲۷۸	۵.۲۲	ارزیابی نویسنده
۲۷۹		مراجع
۲۸۱	۲۳	محاسبه‌ی ضریب اطمینان شفت‌ها (طراحی اجزا)
۲۸۱	۱.۲۳	تعریف مسأله
۲۸۲	۲.۲۳	مشخصات دانشجویان
۲۸۲	۳.۲۳	الگوریتم و متن برنامه
۲۸۲	۱.۳.۲۳	مبانی علمی
۲۸۵	۲.۳.۲۳	معرفی برنامه
۳۰۶	۴.۲۳	خروجی برنامه
۳۰۶	۱.۴.۲۳	مسأله‌ی نمونه ۱
۳۰۶	۲.۴.۲۳	مسأله‌ی نمونه ۲
۳۰۸	۵.۲۳	ارزیابی نویسنده
۳۰۸		مراجع

۳۰۹	۲۴ سیستم‌های تهویه مطبوع (ترمودینامیک)
۳۰۹	۱.۲۴ تعریف مسأله
۳۱۰	۲.۲۴ مشخصات دانشجویان
۳۱۰	۳.۲۴ الگوریتم و متن برنامه
۳۲۷	۴.۲۴ خروجی برنامه
۳۲۸	۱.۴.۲۴ گرمایش ساده
۳۲۸	۲.۴.۲۴ سرمایش با رطوبت‌گیری
۳۲۸	۳.۴.۲۴ بهینه‌سازی مصرف انرژی با تغییر دمای رطوبت‌زن
۳۳۰	۵.۲۴ ارزیابی نویسنده
۳۳۱	مراجع
۳۳۳	۲۵ ماشین‌های الکتریکی جریان مستقیم (مبانی برق)
۳۳۳	۱.۲۵ تعریف مسأله
۳۳۴	۲.۲۵ مشخصات دانشجو
۳۳۴	۳.۲۵ بیان ساده چند اصطلاح و قانون الکترومغناطیس
۳۳۶	۴.۲۵ ساختار و روابط موجود در ماشین‌های جریان مستقیم
۳۳۷	۱.۴.۲۵ ژنراتورهای تحریک جداگانه
۳۳۷	۲.۴.۲۵ ژنراتورها و موتورهای شنت
۳۳۹	۳.۴.۲۵ ژنراتورهای سری
۳۴۰	۴.۴.۲۵ ژنراتورهای مختلط یا کمپوند
۳۴۲	۵.۲۵ الگوریتم و متن برنامه
۳۵۲	۶.۲۵ خروجی برنامه
۳۵۲	۱.۶.۲۵ مسأله‌ی نمونه ۱
۳۵۳	۲.۶.۲۵ مسأله‌ی نمونه ۲
۳۵۳	۳.۶.۲۵ مسأله‌ی نمونه ۳
۳۵۳	۷.۲۵ ارزیابی نویسنده
۳۵۳	مراجع
۳۵۵	۲۶ توزیع دما در پره‌های مستطیلی (انتقال حرارت)

۳۵۵	۱.۲۶	تعریف مسأله
۳۵۵	۲.۲۶	مشخصات دانشجو
۳۵۷	۳.۲۶	پرهایی با سطح مقطع ثابت
۳۵۸	۴.۲۶	متن برنامه
۳۶۴	۵.۲۶	خروجی برنامه
۳۶۴	۱.۵.۲۶	مسأله‌ی نمونه ۱
۳۶۵	۲.۵.۲۶	مسأله‌ی نمونه ۲
۳۶۶		مراجع
۳۶۷		آ پردازشگرها و محیط‌های برنامه‌نویسی یک‌پارچه
۳۶۹	۱.آ	پردازشگرهای زبان C/C++
۳۷۳	۲.آ	محیط‌های برنامه‌نویسی یک‌پارچه
۳۷۵		مراجع
۳۷۷		ب کدنویسی در محیط Code::Blocks
۳۷۸	۱.ب	ایجاد یک پروژه‌ی جدید
۳۸۱	۲.ب	پردازش پروژه و اجرای برنامه
۳۸۲	۳.ب	امکانات عیب‌یابی برنامه
۳۸۴		مراجع
۳۸۵		پ نحوه‌ی نوشتن کتابخانه‌های شخصی
۳۸۶	۱.پ	اعلام تابع‌ها در فایل سرباره
۳۸۶	۲.پ	تعریف تابع‌ها در یک فایل منبع جداگانه
۳۸۷	۳.پ	استفاده از کتابخانه در برنامه‌ها
۳۸۷	۴.پ	یک مثال کاربردی
۳۹۱		نمایه

فهرست شکل‌ها

۱۳۰	اهمیت استفاده از سطوح دسترسی در برنامه‌نویسی
۱۵۳	اعداد کامل، خروجی برنامه‌ی ۱.۱۷
۱۵۴	الگوریتم نردبانی برای تعیین ب.م.م. دو عدد
۱۵۵	محاسبه‌ی ب.م.م. و ک.م.م. دو عدد، خروجی برنامه‌ی ۲.۱۷
۱۵۷	نمایش تمامی مقسوم‌علیه‌های یک عدد، خروجی برنامه‌ی ۳.۱۷
۱۵۹	نمایش اعداد اول، خروجی برنامه‌ی ۴.۱۷
۱۶۱	خروجی برنامه‌ی ۵.۱۷
۱۶۵	محاسبه‌ی مشخصات مثلث‌های گوناگون، خروجی برنامه‌ی ۶.۱۷
۱۷۱	محاسبه‌ی دترمینان ماتریس، خروجی برنامه‌ی ۷.۱۷
۱۸۲	برنامه‌ی دفترچه تلفن، خروجی برنامه‌ی ۸.۱۷
۱۸۵	نمودار UML برنامه‌ی ماشین حساب
۱۹۰	انجام عملیات ریاضی، خروجی برنامه‌ی ۹.۱۷
۱۹۱	انجام عملیات ریاضی، خروجی برنامه‌ی ۹.۱۷ (ادامه)
۱۹۵	دیاگرام UML برنامه‌ی ترسیم شکل‌های هندسی

۲۱۳	منوی اصلی برنامه	۲.۱۸
۲۱۳	ترسیم متوازی‌الاضلاع توخالی با حرف C	۳.۱۸
۲۱۳	ترسیم متوازی‌الاضلاع توپر با حرف C	۴.۱۸
۲۱۴	ترسیم مثلث متساوی‌الاضلاع توخالی با حرف نقطه	۵.۱۸
۲۱۴	ترسیم دوزنقه‌ی توخالی با حرف ؟	۶.۱۸
۲۱۸	شکل شماتیک یک جدول سودوکو	۱.۱۹
۲۱۹	دیاگرام UML برنامه‌ی سودوکو	۲.۱۹
۲۳۵	حل یک جدول سودوکوی نمونه، خروجی برنامه‌ی ۱.۱۹	۳.۱۹
۲۳۹	دیاگرام UML برنامه‌ی حساب بانکی	۱.۲۰
۲۵۱	افتتاح حساب جاری و نمایش اطلاعات ذخیره‌شده در فایل مربوطه	۲.۲۰
۲۵۱	افتتاح حساب سرمایه‌گذاری (بلندمدت ۱۰ ساله)	۳.۲۰
۲۵۲	افتتاح حساب بلندمدت ۵ ساله	۴.۲۰
۲۵۲	افتتاح حساب قرض الحسنه	۵.۲۰
۲۵۳	جستجو در فایل	۶.۲۰
۲۵۳	فایل ورودی برنامه	۷.۲۰
۲۵۶	شکل دریاچه‌ی یک سد و تعاریف مربوط به آن	۱.۲۱
۲۵۹	دیاگرام UML برنامه تحلیل دریاچه‌ی سد	۲.۲۱
۲۶۵	محاسبه‌ی نیروی وارده با انواع دریاچه‌های سد، خروجی برنامه‌ی ۱.۲۱	۳.۲۱
۲۶۸	شکل یک تیر تحت بارگذاری نقطه‌ای و گسترده	۱.۲۲
۲۶۹	دیاگرام آزاد مقاطع مختلف تیر	۲.۲۲
۲۷۱	تعریف‌های مربوط به مقاطع مختلف	۳.۲۲
۲۷۳	دیاگرام UML برنامه‌ی محاسبه‌ی تنش ماکزیمم	۴.۲۲
	تحلیل تنش برشی و عمودی ماکزیمم ناشی از خمش تیرهای مختلف، خروجی	۵.۲۲
۲۷۸	برنامه‌ی ۱.۲۲	
۲۸۵	ابعاد مقاطع مختلف برای محاسبه‌ی مقدار طول معادل	۱.۲۳

فهرست شکل‌ها

۲۸۷	۲.۲۳	نمودار UML برنامه‌ی محاسبه‌ی ضریب اطمینان خستگی
۳۰۷	۳.۲۳	نتایج حاصل از شبیه‌سازی برنامه‌ی ضریب اطمینان شفت‌ها
۳۱۱	۱.۲۴	شکل گرمایش و سرمایش ساده و نمودار سایکرومتری مربوطه
۳۱۲	۲.۲۴	شکل سرمایش با رطوبت‌گیری و نمودار سایکرومتری مربوطه
۳۱۲	۳.۲۴	شکل گرمایش با رطوبت‌زنی و نمودار سایکرومتری مربوطه
۳۱۳	۴.۲۴	جدول‌های مختلف ترمودینامیکی مورد استفاده در پروژه
۳۱۴	۵.۲۴	دیاگرام UML برنامه‌ی تهویه مطبوع
۳۲۹	۶.۲۴	حل برنامه در حالت گرمایش و سرمایش ساده
۳۳۰	۷.۲۴	حل برنامه در حالت سرمایش با رطوبت‌گیری
۳۳۱	۸.۲۴	نمونه‌ای از بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ی نوشته شده
۳۳۷	۱.۲۵	مدار معادل ژنراتور تحریک جداگانه
۳۳۸	۲.۲۵	مدار الکتریکی ماشین‌های شنت
۳۳۹	۳.۲۵	مدار معادل ژنراتور سری
۳۴۰	۴.۲۵	مدار معادل ژنراتورهای کمپوند شنت بلند
۳۴۱	۵.۲۵	مدار معادل ژنراتورهای کمپوند شنت کوتاه
۳۴۳	۶.۲۵	دیاگرام UML برنامه
۳۵۴	۷.۲۵	خروجی برنامه‌ی محاسبات ماشین‌های DC
۳۵۶	۱.۲۶	شکل پره
۳۵۷	۲.۲۶	شکل پره مستطیلی
۳۵۹	۳.۲۶	نمودار UML برنامه‌ی محاسبات انتقال حرارت پره
۳۶۵	۴.۲۶	نتایج حاصل از برنامه‌ی تحلیل حرارتی پره
۳۷۸	ب.۱	محیط اصلی نرم‌افزار Code::Blocks
۳۷۹	ب.۲	مراحل ساخت یک پروژه
۳۸۰	ب.۳	پروژه‌ی تولید شده
۳۸۱	ب.۴	محتویات منوی Build
۳۸۳	ب.۵	محتویات منوی Debug

ق فهرست شکل‌ها

- ب.۶ روند اجرای خط به خط برنامه و پنجره‌ی watch ۳۸۴
- پ.۱ محیط نرم‌افزار Code::Blocks هنگام استفاده از کتابخانه‌ی شخصی ۳۹۰

فهرست جدول‌ها

۲۸۳	۱.۲۳	مقادیر S_{ut} و S_y برای آلیاژهای گوناگون
۲۸۴	۲.۲۳	مقادیر ضرایب a و b در رابطه‌ی ۸.۲۳
۲۸۶	۳.۲۳	مقادیر ضریب دما، k_d
۲۸۶	۴.۲۳	مقادیر ضریب اطمینان، k_e
۳۵۸	۱.۲۶	پارامترهای مورد استفاده در برنامه
۳۷۰	۱.آ	فهرست برخی از پردازشگرهای زبان C/C++
۳۷۴	۲.آ	فهرست برخی از محیط‌های برنامه‌نویسی یک‌پارچه

فهرست برنامه‌ها

۱۵۲	محاسبه‌ی اعداد کامل	۱.۱۷
۱۵۴	به‌دست بزرگترین مقسوم‌علیه مشترک و کوچکترین مضرب مشترک دو عدد	۲.۱۷
۱۵۶	نوشتن تمامی مقسوم‌علیه‌های یک عدد طبیعی	۳.۱۷
۱۵۸	محاسبه‌ی اعداد کامل	۴.۱۷
۱۶۰	برنامه‌ی تولید سری فیبوناچی	۵.۱۷
۱۶۳	برنامه محاسبات مثلث	۶.۱۷
۱۶۸	برنامه محاسبه دترمینان ماتریس	۷.۱۷
۱۷۵	برنامه دفترچه تلفن	۸.۱۷
۱۸۶	برنامه‌ی ماشین حساب	۹.۱۷
۱۹۸	برنامه‌ی ترسیم شکل‌های هندسی	۱.۱۸
۲۲۱	برنامه‌ی حل جدول سودوکو	۱.۱۹
۲۴۲	برنامه‌ی حساب بانکی	۱.۲۰
۲۶۰	محاسبه‌ی نیروی وارده به دریچه‌های سد	۱.۲۱

۲۷۴	برنامه‌ی محاسبه‌ی خمش تیر	۱.۲۲
۲۹۰	برنامه‌ی طراحی اجزا و محاسبه‌ی ضریب اطمینان	۱.۲۳
۳۱۷	سیستم‌های تهویه مطبوع	۱.۲۴
۳۴۴	برنامه‌ی حل ماشین‌های DC	۱.۲۵
۳۶۱	برنامه‌ی تحلیل انتقال حرارت در پره	۱.۲۶