

بسم الله الرحمن الرحيم

مبانی آزمون نرم افزار

سید مرتضی بابامیر

دانشگاه کاشان

بهار ۹۱

سرشناسه : بابامیر، سیدمرتضی، ۱۳۳۷
عنوان و نام پدیدآور : مبانی آزمون نرم افزار / سیدمرتضی بابامیر
مشخصات نشر : کاشان: دانشگاه کاشان، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری : ۲۸۲ ص
فروست: دانشگاه کاشان: ۵۲۸ .
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۷۹۶-۰۰-۹
موضوع : نرم افزار -- آزمایش
شناسه افزوده : دانشگاه کاشان
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ ب۲ ۱۳۶/۷۶/۷۶ QA
رده بندی دیویی: ۰۰۵/۱۴
شماره کتابشناسی ملی: ۲۶۶۹۷۷۱

◀ نام کتاب: مبانی آزمون نرم‌افزار
◀ نویسنده: سیدمرتضی بابامیر
◀ ناشر: دانشگاه کاشان
◀ حق چاپ محفوظ است
◀ چاپ اول / بهار ۹۱ / ۵۰۰ نسخه
◀ چاپ و صحافی: کنکاش / اصفهان
◀ قیمت: ۷۰۰۰ تومان



دانشگاه کاشان

۵۲۸

پیشگفتار

آزمون نرم‌افزار روشی برای بررسی درستی نرم‌افزار و یک مرحله جدی و مهم در فرآیند ساخت نرم‌افزار و عاملی عمده برای اطمینان از کیفیت آن است. در اهمیت نقش آزمون نرم‌افزار باید گفت که از یک طرف به دلیل هزینه زیاد در شکست و اصلاح نرم‌افزار، آزمون یک موضوع اقتصادی است (بیش از ۵۰٪ هزینه ساخت نرم‌افزار وقف آزمون آن می‌شود که این مقدار برای نرم‌افزارهای حیاتی بیشتر است) و از طرف دیگر به دلیل در خطر قراگرفتن زندگی بشری در شکست نرم‌افزارهای ایمنی مانند پزشکی، آزمون یک مسئله حیاتی است. به این دلیل، مباحث آزمون نرم‌افزار به عنوان یک موضوع مهم در رشته مهندسی نرم‌افزار مورد توجه است که در این راستا کتاب حاضر به منظور آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی نرم‌افزار با مفاهیم پایه آزمون نرم‌افزار نگاشته شده است.

مباحث مطروحه در این کتاب به عنوان درس مبانی آزمون نرم‌افزار در دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی نرم‌افزار در نظر گرفته شده است اما فصول دو تا چهار این کتاب مباحث آزمون نرم‌افزار در درس مهندسی نرم‌افزار ۲ دوره کارشناسی را نیز پوشش می‌دهد. این کتاب اولین کتاب به زبان فارسی در خصوص آزمون نرم‌افزار است که امید می‌رود به عنوان کتاب درسی دانشجویان رشته مهندسی نرم‌افزار مفید باشد. فصل یک کتاب شامل تحقیقات مولف در زمینه آزمون نرم‌افزار، فصول دو تا هشت کتاب شامل مطالب کلاسیک و پایه آزمون نرم‌افزار و فصول نه و ده کتاب شامل دو روش ارائه شده به وسیله مولف و همکاران برای تولید داده‌های آزمون است.

دکتر سید مرتضی بابامیر دانشگاه کاشان بهار ۹۱

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی آزمون نرم افزار

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	تعریف آزمون	۳
۳-۱	آزمون، واریسی و اعتبارسنجی	۷
۴-۱	روش های آزمون نرم افزار	۹
۵-۱	اوراکل آزمون	۹
۶-۱	آزمون پذیری نرم افزار	۱۳
۷-۱	دسته بندی روش های آزمون	۱۴
۱۴	استراتژی آزمون	۱۴
۱۵	آزمون واحد	۱۵
۱۵	آزمون یکپارچگی	۱۵
۱۶	آزمون سیستم	۱۶
۱۶	معیارهای طبقه بندی روش های آزمون نرم افزار	۱۶
۱۷	آزمون ایستا	۱۷
۱۹	آزمون نحوی	۱۹

آزمون معنایی.....	۱۹
آزمون پویا.....	۱۹
تولید داده‌های آزمون بر حسب دسته‌بندی روش‌های آزمون.....	۱۹
تولید داده‌ها در آزمون آماری.....	۲۰
تولید داده‌ها از توصیف غیررسمی.....	۲۰
تولید داده‌ها از توصیف رسمی.....	۲۰
۸-۱. مقایسه روش‌ها.....	۲۲
۹-۱. کفایت آزمون.....	۲۳
سوالات.....	۲۴

فصل دوم- گراف جریان کنترل

۱-۲. مقدمه.....	۲۵
۲-۲. گراف جریان کنترل.....	۲۵
۳-۲. مسیرهای مستقل.....	۳۰
۴-۲. پیاده‌سازی محاسبه پیچیدگی.....	۳۵
۵-۲. درجه اعتماد.....	۳۷
۶-۲. پیچیدگی کاهش‌یافته.....	۳۹
مسائل.....	۴۲

فصل سوم- آزمون جعبه سفید

۴۹	۱-۳. مقدمه.....
۵۰	۲-۳. معیار کفایت آزمون.....
۵۷	بررسی معیار پوشش شرط.....
۶۰	پوشش تصمیم و شرط.....
۶۱	معیار پوشش تصمیم و شرط اصلاح شده.....
۶۲	تجزیه شرط های مرکب.....
۶۳	پوشش مسیر.....
۶۶	پوشش حلقه.....
۶۶	آزمون حلقه ساده.....
۶۶	آزمون حلقه های متداخل.....
۶۷	آزمون حلقه های متوالی.....
۶۸	آزمون حلقه بدون ساختار.....
۶۸	۳-۳. کلاس های هم ارزی در آزمون.....
۷۱	کلاس هم ارزی نرمال ضعیف.....
۷۲	کلاس هم ارزی نرمال قوی.....
۷۳	کلاس هم ارزی فراگیر ضعیف.....
۷۵	کلاس هم ارزی فراگیر قوی.....

کلاس داده‌های آزمون با هم‌ارزی ضعیف.....	۸۲
کلاس داده‌های آزمون با هم‌ارزی قوی.....	۸۲
مسائل.....	۸۴

فصل چهارم - آزمون جریان داده

۱-۴. مقدمه.....	۸۶
۲-۴. هدف آزمون جریان داده.....	۸۶
۳-۴. انواع آزمون جریان داده.....	۸۷
۴-۴. تعاریف.....	۸۸
مسیر def-use.....	۸۹
مسیر def-use نامطمئن.....	۸۹
۵-۴. روش تعیین مسیر جریان داده.....	۸۹
۶-۴. آزمون مبتنی بر برش.....	۹۸
کاربرد برش برنامه در آزمون نرم‌افزار.....	۱۰۶
مسائل.....	۱۰۷

فصل پنجم - آزمون جعبه سیاه

۱-۵. مقدمه.....	۱۰۸
-----------------	-----

۲-۵.	یک آزمون مبتنی بر توصیف.....	۱۰۹
۳-۵.	آزمون مبتنی بر جدول تصمیم.....	۱۱۳
	سوالات.....	۱۲۷
۴-۵.	آزمون مبتنی بر گراف علت و معلول.....	۱۲۸
	نمادهای رسم نمودار علت و معلول.....	۱۲۸
	مسائل.....	۱۳۸

فصل ششم - نظریه پیچیدگی و آزمون پذیری

۱-۶.	مقدمه.....	۱۳۹
۲-۶.	معیارهای موثر بر پیچیدگی نام افزار.....	۱۴۰
۳-۶.	اصول جفت شدگی و چسبندگی.....	۱۴۲
۴-۶.	معیارهای فقدان چسبندگی.....	۱۴۲
	فقدان چسبندگی نوع اول.....	۱۴۳
	فقدان چسبندگی نوع دوم.....	۱۴۳
	فقدان چسبندگی نوع سوم.....	۱۴۳
	فقدان چسبندگی نوع چهارم.....	۱۴۴
۵-۶.	روش گراف برای اندازه گیری فقدان چسبندگی.....	۱۴۸
۶-۶.	چسبندگی داده‌ای.....	۱۵۱

تعاریف.....	۱۵۲
مسائل.....	۱۵۴

فصل هفتم - اوراکل آزمون

مقدمه.....	۱-۷	۱۵۵
ساخت اوراکل از توصیف مبتنی بر حالت.....	۲-۷	۱۵۵
مبانی توصیف مبتنی بر حالت.....	۳-۷	۱۵۶
مثالی از اوراکل.....		۱۵۹
اوراکل به صورت واسطه‌های جداگانه.....	۴-۷	۱۵۹
اوراکل به صورت اظهارهای توکار در زبان.....	۵-۷	۱۶۱
مشکلات.....		۱۶۱
پیاده‌سازی.....		۱۶۲
آزمون مبتنی بر مدل.....	۶-۷	۱۶۴
آزمون مبتنی بر مدل در روش TTF.....	۷-۷	۱۶۵
روش OT.....		۱۶۸
اوراکل در آزمون مبتنی بر توصیف‌های جبری.....	۸-۷	۱۶۸
توصیف جبری.....		۱۶۹
توصیف غیررسمی.....		۱۷۰

۱۷۳	.....	ساخت اوراکل آزمون
۱۷۳	.....	۹-۷. اوراکل های زمانی
۱۷۵	.....	ویژگی ها در اوراکل های زمانی
۱۷۵	.....	ابزار اوراکل
۱۷۷	.....	فایل TDD
۱۷۷	.....	فایل ADL
۱۷۹	.....	مسائل

فصل هشتم - تولید داده های آزمون

۱۸۰	.....	۱-۸. مقدمه
۱۸۰	.....	۲-۸. تولید داده آزمون با الگوریتم ژنتیک
۱۸۱	.....	۱-۲-۸. پوشش مسیر
۱۸۳	.....	۲-۲-۸. الگوریتم های ژنتیک
۱۸۴	.....	کلیات روش
۱۸۵	.....	تعیین یال های بحرانی
۱۸۷	.....	تعیین جدول پوشش یال های بحرانی
۱۸۷	.....	تابع برازندگی
۱۸۹	.....	۳-۲-۸. الگوریتم تولید آزمون
۱۹۲	.....	معیار توقف تولید آزمون

تولید داده‌های نمونه.....	۱۹۲
۴-۲-۸. اجرای الگوریتم برای برنامه Q.....	۱۹۶
۵-۲-۸. کارایی روش.....	۱۹۸
۳-۸. تولید آزمون با روش جبری.....	۱۹۹
۱-۳-۸. جبر.....	۲۰۰
توصیف جبری.....	۲۰۱
مدل‌های یک توصیف.....	۲۰۲
برنامه.....	۲۰۳
۲-۳-۸. تولید داده‌های آزمون.....	۲۰۳
۳-۳-۸. آزمون برنامه.....	۲۰۴
گزینش داده‌های آزمون.....	۲۰۵
شرایط داده‌های آزمون.....	۲۰۵
محدودیت‌های آزمون.....	۲۰۶
محدودیت‌های کاهش‌دهنده.....	۲۰۷
محدودیت‌های یکسان‌پنداری.....	۲۰۷
محدودیت‌های تنظیم‌کننده.....	۲۰۹
تولید آزمون برنامه مرتب‌سازی یک لیست.....	۲۱۱
تولید مجموعه داده‌های آزمون.....	۲۱۲

۲۱۳.....	محدودیت‌های تنظیم‌کننده.....
۲۱۴.....	محدودیت‌های یکسان‌پنداری.....
۲۱۹.....	۸-۳-۴. کارایی روش.....
۲۲۰.....	مسائل.....

پیوست - آشنایی با دو نمونه ابزار آزمون

۲۲۲.....	۱- مقدمه.....
۲۲۳.....	۲- ابزار CodeCover.....
۲۲۴.....	۳- نصب Code Cover در Eclipse.....
۲۳۲.....	۴- ابزار Junit.....
۲۴۲.....	۹- ویژگی‌های داده‌های آزمون در Junit.....

۲۴۶.....	مراجع.....
----------	------------

۲۴۹.....	واژه‌نامه.....
----------	----------------

www.ketab.ir

فهرست اشکال

۱-۱.	آزمون پویا.....	۱۰
۲-۱.	اوراکل برای جدول ۱-۱.....	۱۲
۳-۱.	استراتژی آزمون.....	۱۵
۴-۱.	پیکربندی روش های آزمون.....	۱۸
۵-۱.	روش آزمون جعبه سفید.....	۲۱
۶-۱.	روش آزمون جعبه سیاه.....	۲۱
۱-۲.	گراف جریان کنترل برای کد ۱-۲.....	۲۶
۲-۲.	ساختارهای شرطی.....	۲۷
۳-۲.	ساختار case.....	۲۸
۴-۲.	یک حلقه با یک خروجی (نوع ۱).....	۲۸
۵-۲.	یک حلقه با یک خروجی (نوع ۲).....	۲۸
۶-۲.	حلقه با دو خروجی.....	۲۸
۷-۲.	حلقه با خروجی میانی.....	۲۹
۸-۲.	حلقه با چند خروجی.....	۲۹
۹-۲.	ترکیب شرط و حلقه: (الف) توالی (ب) تودرتو.....	۲۹
۱۰-۲.	گراف جریان کنترل و مسیرهای مستقل آن.....	۳۱

۱۱-۲	گراف جریان کنترل با ادغام گره‌های توالی	۳۲
۱۲-۲	گراف جریان کنترل برای برنامه ۱-۲	۳۳
۱۳-۲	گراف جریان کنترل برای برنامه ۲-۲	۳۴
۱۴-۲	گراف پیچیدگی	۳۶
۱۵-۲	ماتریس مسایگی شکل ۱۴-۲	۳۶
۱۶-۲	گراف جریان کنترل یک برنامه با پیچیدگی ۱۲	۳۸
۱۷-۲	گراف جریان کنترل یک برنامه با پیچیدگی ۲۸	۳۸
۱۸-۲	مراحل کاهش پیچیدگی گراف جریان کنترل یک برنامه	۴۰
۱۹-۲	گراف جریان کنترل برنامه با فراخوانی برون پیمانه‌ای	۴۱
۱-۳	گراف جریان کنترل برنامه ۱-۳	۵۱
۲-۳	گراف جریان کنترل برنامه ۲-۳	۵۲
۳-۳	گراف جریان کنترل برنامه ۶-۳	۵۶
۴-۳	نمودار بهره‌وری نرم‌افزار بر اساس میزان خطا و پوشش کد	۶۵
۵-۳	ساختار انواع حلقه	۶۷
۶-۳	کلاس هم‌ارزی نرمال ضعیف برای مثال ۱۲-۳	۷۲
۷-۳	کلاس هم‌ارزی نرمال قوی برای مثال ۱۲-۳	۷۳
۸-۳	کلاس هم‌ارزی فراگیر ضعیف برای مثال ۱۲-۳	۷۴
۹-۳	کلاس هم‌ارز فراگیر قوی برای مثال ۱۲-۳	۷۵

- ۱-۴. شبکه برش‌ها روی متغیر commission ۱۰۵
- ۱-۵. پیچیدگی تولید تعداد داده‌های ازمون در ۳ روش آزمون جعبه سیاه ۱۲۶
- ۲-۵. مقدار تلاش برای تعیین داده‌های ازمون در ۳ روش آزمون جعبه سیاه ۱۲۶
- ۳-۵. انحصار در گراف علت و معلول ۱۲۹
- ۴-۵. شمولیت در گراف علت و معلول ۱۲۹
- ۵-۵. پای انحصاری در گراف علت و معلول ۱۲۹
- ۶-۵. استلزام ۱۲۹
- ۷-۵. ماسک ۱۲۹
- ۸-۵. یکسانی در گراف علت و معلول ۱۳۰
- ۹-۵. نقیض در گراف علت و معلول ۱۳۰
- ۱۰-۵. منطق "فصل" در گراف علت و معلول ۱۳۰
- ۱۱-۵. منطق "عطف" در گراف علت و معلول ۱۳۰
- ۱۲-۵. بخشی از گراف and-or برای پردازشگر کلمه ۱۳۲
- ۱۳-۵. گراف علت و معلول برای مثال ۶-۶ ۱۳۴
- ۱۴-۵. یک گراف علت و معلول ۱۳۵
- ۱-۶. درخت وراثت ۱۴۹
- ۲-۶. گراف چسبندگی یک برنامه ۱۵۰
- ۳-۶. مولفه‌های متصل گراف چسبندگی یک برنامه ۱۵۱

- ۴-۶. مولفه‌های متصل گراف چسبندگی با در نظر گرفتن فراخوانی متدها..... ۱۵۱
- ۱-۷. توصیف جبری لیست اعداد طبیعی..... ۱۷۰
- ۲-۷. معماری ابزار ADL..... ۱۷۶
- ۳-۷. رفتار اجرایی معماری ADL..... ۱۷۶
- ۱-۸. گراف جریان کنترل برنامه P و مسیرهای آن..... ۱۸۳
- ۲-۸. تابع برازندگی برای رابطه‌های شرطی..... ۱۸۹
- ۳-۸. الگوریتم ژنتیک تولید آزمون..... ۱۹۱
- ۴-۸. گراف جریان کنترل برنامه Q..... ۱۹۴
- ۵-۸. تابع برازندگی پیشنهادی برای ارزیابی داده‌های آزمون برنامه Q..... ۱۹۵
- ۶-۸. مسیرهای برنامه Q و یال‌های بحرانی آن (CE)..... ۱۹۵
- ۷-۸. نمودار تولید داده‌های آزمون برای برنامه Q با روش الگوریتم ژنتیک..... ۱۹۸
- ۸-۸. توصیف جبری لیست اعداد طبیعی..... ۲۰۱
- ۹-۸. فرآیند رسمی آزمون با در نظر گرفتن محدودیت‌های آزمون..... ۱۱۰
- پیوست-۱. انتخاب نرم‌افزار افزونه در محیط Eclipse..... ۲۲۵
- پیوست-۲. انتخاب و نصب نرم‌افزار Code Cover در محیط Eclipse..... ۲۲۵
- پیوست-۳. فعال‌سازی Code Cover در محیط Eclipse..... ۲۲۶
- پیوست-۴. انتخاب معیار پوشش کد در Code Cover..... ۲۲۷
- پیوست-۵. فعال‌شدن کلاس تحت پوشش در CodeCover..... ۲۲۸

- پیوست-۶. پنجره نمایش اجرای پروژه با CodeCover..... ۲۲۹
- پیوست-۷. نمایش درصد پوشش متدهای کلاس‌ها به وسیله Code Cover..... ۲۳۰
- پیوست-۸. نمایش مقدار پوشش کد برنامه به وسیله Code Cover..... ۲۳۲
- پیوست-۹. متدهای setUp و teardown در Junit..... ۲۳۴
- پیوست-۱۰. ثبت مشخصات کلاس مورد آزمون در Junit..... ۲۳۵
- پیوست-۱۱. انتخاب کلاس داده‌آزمون TestCoffe..... ۲۳۷
- پیوست-۱۲. کد مندرج در کلاس TestCoffe..... ۲۳۹
- پیوست-۱۳. اجرای Junit..... ۲۴۱
- پیوست-۱۴. پنجره Test Session برای انتخاب داده‌های آزمون..... ۲۴۳
- پیوست-۱۵. مقایسه داده‌های آزمون و همپوشانی بین آنها..... ۲۴۴
- پیوست-۱۶. نمایش جزئی همپوشانی داده‌های آزمون..... ۲۴۵

فهرست جداول

۱۲	۱-۱. توصیف نیازها.....
۳۷	۱-۲. درجه اعتماد به برنامه.....
۵۸	۱-۳. مقادیر مختلف ترکیب دو شرط در برنامه ۶-۳.....
۵۹	۲-۳. تعداد آزمون‌های لازم برای پوشش ترکیبی در مثال ۷-۳.....
۶۰	۳-۳. پوشش شرط برای مثال ۸-۳.....
۶۰	۴-۳. پوشش تصمیم و شرط برای مثال ۸-۳.....
۶۲	۵-۳. رعایت پوشش تصمیم/شرط اصلاح شده برای مثال ۹-۳.....
۶۲	۶-۳. عدم رعایت پوشش تصمیم/شرط اصلاح شده برای مثال ۹-۳.....
۷۰	۷-۳. اجرای برنامه ۷-۳ با دوازده داده.....
۷۶	۸-۳. داده‌های آزمون برای کلاس هم‌ارز نرمال ضعیف برای برنامه ۸-۳.....
۷۷	۹-۳. داده‌های آزمون برای کلاس هم‌ارز فراگیر ضعیف برای برنامه ۸-۳.....
۷۷	۱۰-۳. داده‌های آزمون برای کلاس هم‌ارز فراگیر قوی برای برنامه ۸-۳.....
۸۰	۱۱-۳. داده‌های آزمون برنامه ۹-۳.....
۸۲	۱۲-۳. کلاس هم‌ارز ضعیف از داده‌های آزمون برای برنامه ۹-۳.....
۸۳	۱۳-۳. کلاس هم‌ارز قوی از داده‌های آزمون برای برنامه ۹-۳.....
۹۰	۱-۴. مسیرهای جریان داده برنامه مثال ۱-۴.....

۹۳.....	۲-۴. گره‌های تعیین‌کننده و استفاده‌کننده متغیرهای مثال ۳-۴.....
۹۷.....	۳-۴. مسیرهای def-use در مثال ۳-۴.....
۱۰۵.....	۴-۴. برش‌های معادل در مثال ۸-۴.....
۱۱۴.....	۱-۵. توصیف جدولی یک پردازشگر کلمه.....
۱۱۵.....	۲-۵. قالب کلی جدول تصمیم.....
۱۱۶.....	۳-۵. یک نمونه از جدول تصمیم.....
۱۱۶.....	۴-۵. جدول تصمیم محدود برای رفتار یک چاپگر.....
۱۱۷.....	۵-۵. داده‌های آزمون برنامه بررسی تشکیل مثلث و نوع آن.....
۱۱۸.....	۶-۵. تولید داده‌های آزمون برنامه مثلث با پالایش جدول ۵-۶.....
۱۱۹.....	۷-۵. نمونه داده‌های آزمون برای جدول ۶-۶.....
۱۲۰.....	۸-۵. تعداد قواعد جدول ۵-۶ با در نظر گرفتن مقادیر بی‌اهمیت.....
۱۲۱.....	۹-۵. جدول تصمیم برای ماه‌ها.....
۱۲۲.....	۱۰-۵. جدول تصمیم برای حالت‌های مسئله تاریخ روز بعد.....
۱۲۳.....	۱۱-۵. جدول تصمیم گسترش‌یافته برای مسئله تاریخ روز بعد.....
۱۳۴.....	۱۲-۵. علت‌ها و معلول‌های توصیف مثال ۶-۶.....
۱۳۵.....	۱۳-۵. جدول تصمیم مستخرج از این گراف ۶-۱۳.....
۱۳۵.....	۱۴-۵. جدول تصمیم برای شکل ۶-۱۴.....
۱۳۷.....	۱۵-۵. جدول تصمیم مثال ۶-۷.....

- ۱-۶. اندازه‌گیری معیارهای گرایشی در سه نرم‌افزار..... ۱۴۷
- ۱-۷. توصیف ماشین حالت فشار آب یک راکتور..... ۱۵۷
- ۱-۸. یال‌های طی شده گراف شکل چهار به ازای دو کروموزم اولیه..... ۱۹۷
- ۲-۸. پوشش یال‌های بحرانی در دور اول اجرای برنامه Q..... ۱۹۷
- ۳-۸. یال‌های طی شده گراف شکل چهار به ازای کروموزم‌های نهایی..... ۱۹۷

www.ketab.ir