



به نام خدا

آقای FPGA

یادگیری ساده FPGA با زبان برنامه نویسی
VHDL به همراه مثال های کاربردی

مؤلفان :

رضا ظفری کلوخی

سیروس مهدی اوغلی لاهرودی

علیرضا محافظت کار

سیدبهنام ناظمی



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: آقای FPGA

یادگیری ساده FPGA با زبان برنامه نویسی VHDL به همراه مثال های کاربردی

◀ مولفان: علیرضا محافظت کار-رضا ظفری کلوخی-سیدبهنام ناظمی-سیروس مهدی اوغلی لاهرودی

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ ویراستار: نرگس مهرید

◀ صفحه آرایی: نازنین نصیری

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۲

◀ چاپ و صحافی: صدف

◀ تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۷۶۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۶۷۱-۵

◀ نشانی واحد فروش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه

◀ تقاطع شهدای ژاندارمری-پلاک ۱۵۸ ساختمان دانشگاه-

◀ طبقه دوم-واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۹۶۵۷۴۹-۲۲۰۸۵۱۱۱

◀ فروشگاه های اینترنتی دیباگران تهران:

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagrantehran.com

عنوان و نام پدیدآور: آقای FPGA: یادگیری ساده FPGA با زبان برنامه نویسی VHDL به همراه مثال های کاربردی / مولفان: علیرضا محافظت کار... و دیگران. مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۱. مشخصات ظاهری: ۱۷۰ ص: مصور، جدول شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۶۷۱-۵ وضعیت فهرست نویسی: فیبا یادداشت: کتابنامه. یادداشت: مولفان: علیرضا محافظت کار، سیدبهنام ناظمی، رضا ظفری کلوخی، سیروس مهدی اوغلی لاهرودی. عنوان دیگر: یادگیری ساده FPGA با زبان برنامه نویسی VHDL به همراه مثال های کاربردی. موضوع: تراشه های برنامه پذیر اف پی جی. ا موضوع: Field programmable gate arrays شناسه افزوده: محافظت کار، علیرضا، ۱۳۶۵- رده بندی کنگره: ۷۸۹۵: TK رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۹۵ شماره کتابشناسی ملی: ۹۱۴۳۱۰۷

نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran_publishing @mftbook: نشانی تلگرام

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

فهرست مطالب

۷	مقدمه ناشر
۸	مقدمه مؤلفین

فصل اول

۹	مفاهیم بنیادی و ساختار توصیف سخت‌افزار در VHDL
۹	مقدمه
۹	درباره VHDL
۱۰	ساختار زبان VHDL
۱۰	کتابخانه
۱۱	Package
۱۳	Entity
۱۵	ARCHITECTURE
۱۶	COMPONENT
۱۸	همزمانی
۱۹	توالی

فصل دوم

۲۱	ساختار FPGA
۲۱	مقدمه
۲۱	تفاوت FPGA و پروسورها
۲۳	ساختار FPGA
۲۵	بلوک‌های منطقی قابل پیکربندی CLB
۳۰	بلوک‌های RAM
۳۲	بلوک‌های DSP
۳۲	بلوک‌های IO
۳۵	نرم‌افزارهای کاربردی

فصل سوم

۴۱	مدارهای ترکیبی و ترتیبی
۴۱	مقدمه

۴۱	عملگرها
۴۲	عملگرهای منطقی
۴۲	عملگرهای ریاضی
۴۳	عملگرهای مقایسه‌ای
۴۳	عملگر چسباندن
۴۴	توصیف همزمان در مدارهای ترکیبی
۴۵	تخصیص یا انتساب مقدار به سیگنال به صورت شرطی
۴۵	تخصیص یا انتساب مقدار به سیگنال به صورت انتخابی
۴۶	process برای مدارهای ترکیبی
۴۶	مدارهای ترتیبی
۴۷	عبارت شرطی با IF
۴۸	عبارت شرطی با Case
۵۰	متغیر در process
۵۱	حلقه‌ها
۵۲	عبارت For-loop
۵۳	Exit و Next در حلقه loop
۵۳	حلقه While-loop
۵۴	حلقه Loop بی‌نهایت
۵۴	شکل‌های مختلف داده
۵۴	ثابت‌ها
۵۴	سیگنال‌ها
۵۵	متغیرها
۵۵	فایل‌ها
۵۵	انواع داده
۵۶	انواع داده رایج
۵۶	نوع آرایه
۵۷	نوع شمارشی
۵۷	تبدیل انواع مختلف به یکدیگر

فصل چهارم

۵۸	ساختار ماشین حالت
۵۸	مقدمه
۵۸	طراحی ماشین حالت و معرفی بخش‌های مختلف آن
۵۸	ساختار Mealy و Moor
۵۹	نمونه‌ای از ماشین حالت

۶۱	تعریف حالت‌ها
۶۱	بخش ترتیبی
۶۱	بخش ترکیبی
۶۲	بخش خروجی
۶۳	مثالی کاربردی از یک ماشین حالت

فصل پنجم

پردازش سیگنال در FPGA

۶۹	مقدمه
۶۹	مختصری درباره پردازش سیگنال در FPGA
۶۹	نمایش اعداد
۶۹	Signed Magnitude
۷۰	One's Complement
۷۰	Two's Complement
۷۱	نمایش Fixed Point
۷۱	استفاده از بلوک‌های DSP در پردازش سیگنال
۷۳	طراحی و پیاده‌سازی فیلتر FIR ساده با استفاده از نرم‌افزار متلب و ISE
۷۸	معرفی برخی IP core های شرکت xilinx
۷۸	Block Memory Generator IP Core
۷۸	واسطها
۷۸	نوع حافظه
۸۱	الگوریتم تولید حافظه
۸۲	حالت عملکرد
۸۴	تنظیمات GUI
۸۶	FIFO Generator
۸۷	واسطها
۸۸	عملیات نوشتن
۸۹	عملیات خواندن
۹۰	تنظیمات GUI

فصل ششم

شبیه‌سازی در VHDL

۹۴	مقدمه
۹۴	ساختار کلی testbench
۹۷	معرفی عبارت‌های مورد استفاده در testbench

۱۰۵.....	نحوه خواندن و نوشتن داده‌ها از فایل
۱۰۸.....	مثالی کاربردی از شبیه‌سازی

فصل هفتم

۱۱۳..... راهنمای استفاده از نرم‌افزار ISE

۱۱۳.....	مقدمه
۱۱۳.....	مراحل ایجاد پروژه
۱۱۵.....	ایجاد فایل منبع
۱۱۸.....	مراحل اجرای برنامه
۱۱۸.....	مرحله Synthesize
۱۱۹.....	مرحله Implement Design
۱۱۹.....	مرحله Generate Bit Stream
۱۱۹.....	اختصاص ورودی و خروجی به تراشه XC6SLX9
۱۲۰.....	تولید فایل مورد نیاز برای پروگرام کردن FPGA و حافظه XCF04S
۱۲۲.....	نحوه Program کردن FPGA و حافظه توسط IMPACT

فصل هشتم

۱۲۴..... مثال‌های کاربردی

۱۲۴.....	مقدمه
۱۲۴.....	ارتباط سریال UART در FPGA
۱۲۵.....	پیاده‌سازی Uart_Module
۱۲۸.....	پیاده‌سازی Uart_Tx_Module
۱۳۳.....	پیاده‌سازی Uart_Rx_Module
۱۳۷.....	شبیه‌سازی Uart_Module
۱۴۳.....	ارتباط SPI در FPGA
۱۴۵.....	پیاده‌سازی SPI_Module
۱۴۸.....	پیاده‌سازی SPI_Master
۱۵۴.....	پیاده‌سازی SPI_Slave
۱۵۸.....	شبیه‌سازی SPI_Module
۱۶۱.....	راه‌اندازی ChipScope
۱۶۹.....	کلمه‌های ذخیره‌شده VHDL
۱۷۰.....	مراجع

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند
خواسته‌های به‌روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست دارید تألیف "جناب آقایان علیرضا محافظت کار، رضا ظفری کلوخی، سیدبهنام ناظمی، سیروس مهدی اوغلی لاهرودی" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
dibagaran@mftplus.com

مقدمه مؤلفین

یادگیری یک زبان برنامه‌نویسی جدید و کدنویسی، در درجه اول نیازمند منابع مناسب و در درجه دوم داشتن پشتکار برای فهم آن می‌باشد. برنامه‌نویسی در FPGA یکی از به‌روزترین و پُرکاربردترین شغل‌های حوزه الکترونیک و کامپیوتر است، که سالانه هزاران نفر را به خود مشغول می‌نماید. بررسی‌های انجام‌گرفته در کتاب‌های چاپ‌شده در سال‌های اخیر، نشان‌دهنده نیاز به منبعی کامل و خودآموز برای رفع همه نیازهای دانشجو برای کار با این تراشه، می‌باشد. اهمیت یادگیری این حوزه، ما را بر این داشت که بتوانیم با جمع‌بندی مطالب آموزشی از منابع معتبر و به‌روز و به اشتراک گذاشتن تجربه‌های تیم مؤلف، کتابی تحت عنوان «آقای FPGA» با محوریت خودآموزی در کنار مطالب آموزشی، تألیف کنیم. هدف این کتاب این است که افراد مبتدی با دانش ابتدایی از مدارهای منطقی، بتوانند برنامه‌نویسی VHDL و در ادامه آن، کار با نرم‌افزارهای شرکت Xilinx و برنامه‌ریزی بر روی تراشه FPGA را گام به گام با کسب دانش از آن آموزش ببینند. برای تجربه‌های واقعی، مثال‌هایی کاربردی در فصل آخر قید شده‌است، که دانشجو می‌تواند به فراگیری آن‌ها بپردازد.