

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباکران تهران

طراحی با میکروکنترلرهای STM32

مؤلف

مهندس حمید نجفی

فهرست مطالب

فصل ۱.....	۱۷
آشنایی با میکروکنترلرهای شرکت ST.....	۱۷
۱-۱ آشنایی با انواع خانواده ها و نامگذاری ها.....	۱۷
۱-۲ بررسی سخت افزارهای چند نمونه میکروکنترلر پرکاربرد از شرکت ST.....	۲۰
۱-۲-۱ میکروکنترلر STM32F030F4P6.....	۲۰
۱-۲-۱-۱ خصوصیات.....	۲۰
۱-۲-۱-۲ معماری داخلی.....	۲۲
۱-۲-۲ میکروکنترلر STM32F103CBT6.....	۲۳
۱-۲-۲-۱ خصوصیات.....	۲۳
۱-۲-۲-۲ معماری داخلی.....	۲۴
۱-۲-۳ میکروکنترلر STM32F103RET6.....	۲۵
۱-۲-۳-۱ خصوصیات.....	۲۵
۱-۲-۳-۲ معماری داخلی.....	۲۶
۱-۲-۴ میکروکنترلر STM32F407VGT6.....	۲۷
۱-۲-۴-۱ خصوصیات.....	۲۷
۱-۲-۴-۲ معماری داخلی.....	۲۸
۱-۲-۵ میکروکنترلر STM32F429ZGT6.....	۲۹
۱-۲-۵-۱ خصوصیات.....	۲۹
۱-۲-۵-۲ معماری داخلی.....	۳۰
۱-۲-۶ میکروکنترلر STM32F746ZGT6.....	۳۱
۱-۲-۶-۱ خصوصیات.....	۳۱
۱-۲-۶-۲ معماری داخلی.....	۳۲
۱-۳ سخت افزارهای توسعه شرکت ST.....	۳۳

۳۳.....	۱-۳-۱ سخت افزار توسعه STM32F030F4P6
۳۴.....	۱-۳-۲ سخت افزار توسعه STM32F051R8
۳۴.....	۱-۳-۳ سخت افزار توسعه STM32F303VCT6
۳۵.....	۱-۳-۴ سخت افزار توسعه STM32F407VGT6
۳۵.....	۱-۳-۵ سخت افزار توسعه STM32F429ZIT6
۳۶.....	۱-۳-۶ سخت افزار توسعه STM32F746ZG
۳۷.....	فصل ۲
۳۷.....	طراحی و ساخت سخت افزار مورد نیاز
۳۷.....	۲-۱ میکروکنترلر STM32F103RET6
۳۹.....	۲-۲ راه اندازی سخت افزاری میکروکنترلر STM32F103RET6
۴۰.....	۲-۲-۱ تامین تغذیه
۴۲.....	۲-۲-۲ تامین شرایط لازم برای پایه NRST
۴۳.....	۲-۲-۳ تامین شرایط اسیلاتور کریستالی
۴۳.....	۲-۲-۴ تامین شرایط واحد RTC
۴۴.....	۲-۲-۵ ارتباط JTAG
۴۶.....	۲-۲-۶ ارتباط SWD
۴۷.....	۲-۲-۷ مبدل USB به SERIAL
۴۹.....	۲-۲-۸ ارتباط USB
۵۰.....	۲-۲-۹ استفاده از پایه های میکروکنترلر
۵۰.....	۲-۲-۱۰ سخت افزار ساخته شده
۵۳.....	فصل ۳
۵۳.....	معرفی و نصب نرم افزار ها و ابزار های مورد نیاز
۵۳.....	۳-۱ کامپایلر IAR Embedded Workbench
۵۵.....	۳-۲ نرم افزار STM32CubeMX

۵۶	۳-۳ نرم افزار JLINK
۵۷	۳-۴ نرم افزار STM32 ST-LINK Utility
۵۸	۳-۵ نرم افزار STM32 Flash Loader Demonstrator
۵۹	۳-۶ نرم افزار STMStudio
۶۰	۳-۷ ابزار برنامه ریزی و اشکال زدا JLINK
۶۲	۳-۸ ابزار برنامه ریزی و اشکال زدا ST-LINK
۶۵	فصل ۴
۶۵	شروع اولین پروژه
۶۵	۴-۱ راه اندازی و ساخت اولین پروژه با STM32CubeMX
۶۶	۴-۱-۱ دریافت ملزومات و کتابخانه های خانواده میکروکنترلر مورد نظر
۶۹	۴-۱-۲ راه اندازی GPIO در حالت خروجی
۷۳	۴-۱-۲-۱ آشنایی با بخش Pinout
۷۵	۴-۱-۲-۲ آشنایی با بخش Clock Configuration
۷۶	۴-۱-۲-۳ آشنایی با بخش Configuration
۷۸	۴-۱-۲-۴ آشنایی با بخش Power Consumption Calculator
۸۱	۴-۱-۲-۵ تولید پروژه
۸۵	۴-۱-۲-۶ بررسی پوشه پروژه
۸۷	۴-۱-۲-۷ کد نویسی و شروع اولین پروژه در کامپایلر IAR
۸۸	۴-۱-۲-۸ پیکربندی های مختلف در IAR
۸۹	۴-۱-۲-۸ تنظیمات پیکربندی در IAR
۹۶	۴-۱-۲-۹ ساختار درختی پروژه تولید شده در IAR
۹۶	۴-۱-۲-۱۰ بررسی و آشنایی با ساختار کد تولید شده
۱۰۱	۴-۱-۲-۱۱ توابع مقدار دهی به GPIO در حالت خروجی
۱۰۴	۴-۱-۲-۱۲ کامپایل کد و تولید فایل HEX

۱۰۹.....	۴-۱-۲-۱۳ مقدار دهی به پایه های خروجی بصورت دسته ایی
۱۱۰.....	۴-۱-۲-۱۴ راه اندازی سون سگمنت
۱۱۲.....	۴-۱-۳ راه اندازی GPIO در حالت ورودی
۱۱۴.....	۴-۱-۳-۱ توابع مربوط به GPIO در حالت ورودی
۱۱۹.....	فصل ۵
۱۱۹.....	انواع روش های برنامه ریزی و ابزارهای مربوط به آن
۱۱۹.....	۵-۱ برنامه ریزی از طریق کامپایلر IAR و ابزار برنامه ریزی ST-LINK
۱۲۴.....	۵-۲ برنامه ریزی از طریق کامپایلر IAR و ابزار برنامه ریزی J-LINK
۱۲۷.....	۵-۳ برنامه ریزی از طریق کامپایلر IAR و ابزار برنامه ریزی JLINK/SWD
۱۲۸.....	۵-۴ برنامه ریزی از طریق نرم افزار STM32 ST-LINK Utility
۱۳۷.....	۵-۵ برنامه ریزی از طریق نرم افزار JLINK و ابزار برنامه ریزی JLINK
۱۴۵.....	۵-۶ برنامه ریزی از طریق نرم افزار JLINK و ابزار برنامه ریزی JLINK و
۱۴۶.....	۵-۷ برنامه ریزی از طریق نرم افزار Flash Loader Demonstrator و پورت سریال
۱۵۳.....	۵-۸ تنظیمات برنامه ریزی و اشکال زدایی در نرم افزار STM32CubeMX
۱۵۵.....	فصل ۶
۱۵۵.....	تامین و مدیریت کلاک در میکروکنترلر
۱۵۵.....	۶-۱ انواع منابع کلاک در میکروکنترلر
۱۵۶.....	۶-۱-۱ فرکانس (LSI) 40KHz و (HSI) 8MHz داخلی
۱۵۶.....	۶-۱-۲ فرکانس 4MHz تا 16MHz (HSE) خارجی
۱۵۷.....	۶-۱-۳ فرکانس 32.768MHz (LSE) خارجی برای واحد RTC
۱۵۷.....	۶-۱-۴ فرکانس 1MHz تا 25MHz (HSE) خارجی با اسپلاتور خارجی
۱۵۸.....	۶-۱-۵ فرکانس حداکثر 72MHz با PLL
۱۵۹.....	۶-۲ توزیع کلاک در میکروکنترلر
۱۶۱.....	۶-۳ تنظیمات کلاک در نرم افزار STM32CubeMX

۶-۳-۱	تنظیمات کلاک و واحد PLL با رزوناتور RC داخلی (HSI).....	۱۶۲
۶-۳-۲	تنظیمات کلاک و واحد PLL با رزوناتور کریستالی خارجی (HSE).....	۱۶۵
۶-۳-۳	تنظیم کلاک واحد RTC با رزوناتور کریستالی خارجی (LSE).....	۱۶۸
۶-۳-۴	تنظیمات کلاک و واحد PLL با اسیلاتور خارجی (HSE).....	۱۶۹
۶-۳-۵	تولید یک خروجی کلاک با فرکانس بالا (MCO).....	۱۷۱
۶-۴	بررسی تابع تنظیمات کلاک در کامپایلر.....	۱۷۲
فصل ۷		۱۷۷
	اضافه کردن کتابخانه به پروژه.....	۱۷۷
۷-۱	کتابخانه ها در زبان برنامه نویسی C.....	۱۷۷
۷-۲	LCD کارکتری و ارتباط سخت افزاری آن با میکروکنترلر.....	۱۷۸
۷-۳	اضافه کردن کتابخانه LCD کارکتری به پروژه.....	۱۸۰
۷-۳-۱	توابع موجود در کتابخانه LCD.....	۱۸۵
۷-۴	نمونه برنامه ایی با LCD کارکتری.....	۱۸۶
فصل ۸		۱۸۹
	وقفه با تحریک خارجی.....	۱۸۹
۸-۱	نگاهی بر وقفه ها.....	۱۸۹
۸-۲	وقفه ها در میکروکنترلر STM32F103RET6.....	۱۸۹
۸-۳	تنظیمات وقفه با تحریک خارجی در نرم افزار STM32CubeMX.....	۱۹۰
۸-۴	بررسی توابع مربوط به وقفه ها در کامپایلر.....	۱۹۴
۸-۵	راه اندازی و استفاده عملی از وقفه های خارجی.....	۱۹۸
فصل ۹		۲۰۱
	مبدل آنالوگ به دیجیتال.....	۲۰۱
۹-۱	نگاهی بر مبدل های آنالوگ به دیجیتال.....	۲۰۱
۹-۲	واحدهای ADC در میکروکنترلر STM32F103RET6.....	۲۰۴
۹-۳	تنظیمات واحد ADC در نرم افزار STM32CubeMX.....	۲۰۹

۹-۴	بررسی توابع مربوط به واحد ADC در کامپایلر	۲۱۲
۹-۵	راه اندازی و استفاده عملی از واحد ADC	۲۱۶
۱۰	فصل	۲۲۱
	مبدل دیجیتال به آنالوگ	۲۲۱
۱۰-۱	نگاهی بر مبدل های دیجیتال به آنالوگ	۲۲۱
۱۰-۲	واحد DAC در میکروکنترلر STM32F103RET6	۲۲۲
۱۰-۳	تنظیمات واحد DAC در نرم افزار STM32CubeMX	۲۲۴
۱۰-۴	بررسی توابع مربوط به واحد DAC در کامپایلر	۲۲۷
۱۰-۵	راه اندازی و استفاده عملی از واحد DAC	۲۳۱
۱۱	فصل	۲۳۵
	تایمر و شمارنده	۲۳۵
۱۱-۱	نگاهی بر تایمر ها	۲۳۵
۱۱-۲	واحد های TIMER در میکروکنترلر STM32F103RET6	۲۳۶
۱۱-۳	تنظیمات واحد TIMER در نرم افزار STM32CubeMX	۲۳۸
۱۱-۴	بررسی توابع مربوط به واحد TIMER در کامپایلر	۲۴۵
۱۱-۵	راه اندازی و استفاده عملی از واحد TIMER	۲۵۰
۱۱-۶	تنظیمات واحد تایمر در شمارش پالس های خارجی در نرم افزار STM32CubeMX	۲۵۴
۱۱-۷	بررسی توابع و ماکرو های مربوط به واحد TIMER در شمارش پالس های خارجی در کامپایلر	۲۵۷
۱۱-۸	راه اندازی و استفاده عملی از حالت شمارنده پالس خارجی واحد TIMER	۲۶۰
۱۱-۹	تولید زمان پایه (SysTick)	۲۶۳
۱۲	فصل	۲۶۵
	مدولاسیون عرض پالس (PWM)	۲۶۵
۱۲-۱	نگاهی بر مدولاسیون عرض پالس (PWM)	۲۶۵
۱۲-۲	تولید PWM در میکروکنترلر STM32F103RET6	۲۶۶
۱۲-۳	تنظیمات واحد PWM در نرم افزار STM32CubeMX	۲۶۶

۲۷۱.....	۱۲-۴ بررسی توابع و ماکرو های مربوط به واحد TIMER در حالت PWM در کامپایلر
۲۷۶.....	۱۲-۵ راه اندازی و استفاده عملی از حالت PWM واحد های TIMER
۲۸۱.....	فصل ۱۳.....
۲۸۱.....	تولید زمان واقعی (RTC).....
۲۸۱.....	۱۳-۱ نگاهی بر RTC.....
۲۸۲.....	۱۳-۲ واحد RTC در میکروکنترلر STM32F103RET6.....
۲۸۳.....	۱۳-۳ تنظیمات واحد RTC در نرم افزار STM32CubeMX.....
۲۸۸.....	۱۳-۴ بررسی توابع مربوط به واحد RTC در کامپایلر.....
۲۹۱.....	۱۳-۵ راه اندازی و استفاده عملی از واحد RTC.....
۲۹۹.....	فصل ۱۴.....
۲۹۹.....	ارتباط سریال آسنکرون (UART).....
۲۹۹.....	۱۴-۱ نگاهی بر ارتباط سریال آسنکرون (UART).....
۳۰۲.....	۱۴-۲ واحدهای UART و USART در میکروکنترلر STM32F103RET6.....
۳۰۴.....	۱۴-۳ تنظیمات واحد UART در نرم افزار STM32CubeMX.....
۳۰۸.....	۱۴-۴ بررسی توابع مربوط به واحد UART در کامپایلر.....
۳۱۲.....	۱۴-۵ راه اندازی و استفاده عملی از واحد UART.....
۳۱۳.....	۱۴-۵-۱ ارسال اطلاعات از میکروکنترلر.....
۳۱۸.....	۱۴-۵-۲ دریافت اطلاعات در میکروکنترلر.....
۳۲۴.....	فصل ۱۵.....
۳۲۴.....	ارتباط سریال سنکرون (SPI).....
۳۲۴.....	۱۵-۱ نگاهی بر ارتباط سریال سنکرون (SPI).....
۳۲۸.....	۱۵-۲ واحدهای SPI در میکروکنترلر STM32F103RET6.....
۳۲۹.....	۱۵-۳ تنظیمات واحد SPI در نرم افزار STM32CubeMX.....
۳۳۰.....	۱۵-۳-۱ تنظیمات میکروکنترلر Master.....
۳۳۳.....	۱۵-۳-۲ تنظیمات میکروکنترلر Slave.....

۳۳۸.....	۱۵-۴ بررسی توابع مربوط به واحد SPI در کامپایلر
۳۴۴.....	۱۵-۵ راه اندازی و استفاده عملی از واحد SPI
۳۴۴.....	۱۵-۵-۱ کدهای واحد Master
۳۴۶.....	۱۵-۵-۲ کدهای واحد Slave
۳۵۰.....	فصل ۱۶
۳۵۰.....	تایمر نگهبان (Watchdog)
۳۵۰.....	۱۶-۱ نگاهی بر تایمر نگهبان (Watchdog)
۳۵۱.....	۱۶-۲ واحد Watchdog در میکروکنترلر STM32F103RET6
۳۵۲.....	۱۶-۳ تنظیمات واحد IWDG در نرم افزار STM32CubeMX
۳۵۵.....	۱۶-۴ بررسی توابع مربوط به واحد IWDG در کامپایلر
۳۵۸.....	۱۶-۵ نحوه استفاده از توابع مربوط به واحد IWDG
۳۶۰.....	فصل ۱۷
۳۶۰.....	اشکال زدایی (Debug)
۳۶۰.....	۱۷-۱ اهمیت اشکال زدایی
۳۶۱.....	۱۷-۲ اشکال زدایی در کامپایلر IAR
۳۷۱.....	۱۷-۳ آزمایش و بررسی عملکرد برنامه در نرم افزار STMStudio

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی است که بتواند خواسته‌هایی به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

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 دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و 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 روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "**مهندس حمید نجفی**" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
Publishing@mftmail.com

به نام او که انسان را به وسعت تفکر

از دیگر موجودات متمایز ساخت

تقدیم به پدر و مادرم ...

مقدمه

علم الکترونیک پیشرفت های روز افزونی از دیرباز تا به امروز داشته است. در این مسیر بخش اعظمی از این پیشرفت را مدیون پردازنده های مختلف بوده ایم. بطوری که امروزه به ندرت می توان به دستگاه هایی اشاره کرد که شامل پردازنده های مختلف نباشند. پردازنده ها تا به امروز مسیر رشد خاصی را پیموده اند و سیر تکاملی سریعی را در دو دهه گذشته پیش گرفته اند. در دو دهه گذشته یک پردازنده با فرکانس ۲۸۶ مگاهرتز در قالب یک رایانه خانگی مورد استفاده قرار می گرفت اما امروز با تغییراتی در ساختار آنها و اضافه شدن سخت افزار های بیشتر در قالب یک میکروکنترلر در دست مهندسين برای طراحی دستگاه ها قرار گرفته است و این تکنولوژی به شکل روز افزون در حال رشد است.

از شروع این راه تا کنون میکروکنترلرهای زیادی توسط شرکت های معتبر تولید شده اند. از این قبیل می توان به میکروکنترلرهای ۸ بیتی AVR و ۱۶ بیتی XMEGA تولید شرکت ATMEL، میکروکنترلرهای ۸ بیتی و ۱۶ بیتی PIC تولید شرکت MICROCHIP، میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی ARM^۱ تولید شرکت PHILIPS(NXP)، میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی ARM تولید شرکت ST و ... اشاره کرد.

در این عرصه شرکت ST یکی از رقبای موفق در تولید میکروکنترلر در بین دیگر تولید کنندگان بوده است. محصولات این شرکت به دلایل زیادی از جمله تنوع در مدل ها، سرعت، قدرت پردازش، سخت افزارهای قابل اطمینان، توان مصرفی کم، قیمت بسیار پایین، کتابخانه ها ارائه شده توسط سازنده و اطلاعات مورد نیاز کاربر و ... در جهان مورد توجه قرار گرفته است.

شرکت ST یکی از بزرگترین تولید کنندگان قطعات الکترونیکی است که هانطور که گفته شد در زمینه تولید میکروکنترلر بسیار پیشرو است. این شرکت در حوزه تولید میکروکنترلرهای مختلف ۸ بیتی و ۳۲ بیتی فعالیت دارد و محصولات خود را در قالب میکروکنترلرهای ۸ بیتی و ۳۲ بیتی با توان مصرفی خیلی پایین، میکروکنترلرهای ۸ بیتی و ۳۲ بیتی با کاربرد های معمول، میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی با کارایی بالا و میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی با کارایی خیلی بالا تولید می کند که هر کدام در دسته بندی های خود قرار می گیرند.

¹ Acron Risc Machine

۳۲ بیتی با کارایی خیلی بالا تولید می کند که هر کدام در دسته بندی های خود قرار می گیرند.

شرکت ST برای کار با میکروکنترلرهای خود دو روش را پیشنهاد داده و ابزار آنرا فراهم کرده است. روش اول استفاده از کتابخانه های HAL^۲ است که توسط نرم افزار STM32CubeMX تولید می شود. این نرم افزار توسط شرکت ST تولید شده است که بصورت گرافیکی سخت افزار های مورد نظر انتخاب شده، تنظیم می شود و سپس پروژه مربوطه با انتخاب کامپایلر مورد نظر تولید می شود. روش دوم استفاده از کتابخانه های SPL^۳ است. این کتابخانه توسط شرکت ST تولید شده و بخش های مختلف تراشه را در قالب کتابخانه های مشخصی در اختیار کاربر قرار می دهد.

برای کار با میکروکنترلرهای ARM کامپایلرهای زیادی وجود دارد که از این قبیل می توان به Keil, IAR و ... اشاره نمود. کامپایلر IAR یکی از بهترین کامپایلرهای زبان C در این حوزه می باشد که با دیدگاه حرفه ایی طراحی شده و کلیه هسته های ARM موجود را پشتیبانی می کند.

در این کتاب سعی شده است کدنویسی و طراحی با میکروکنترلرهای ARM شرکت ST به زبان ساده و روان توسط نرم افزار STM32CubeMX (کتابخانه های HAL) و کامپایلر IAR و سخت افزار پیاده سازی میکروکنترلر STM32F103RET6 به تفصیل توضیح داده شود. در فصول ابتدایی کتاب به بررسی انواع خانواده ها و نمونه های موجود، سپس بررسی سخت افزار مورد نیاز و طراحی آن، تکنیک های برنامه ریزی، آشنایی با نرم افزار IAR و نرم افزار STM32CubeMX، ساخت پروژه و استفاده از آن، راه اندازی و استفاده از سخت افزارهای داخلی میکروکنترلر STM32F103RET6، برنامه ریزی با ابزار های JLINK و ST-LINK و ... پرداخته می شود. این کتاب با رویکرد سال ها تدریس علوم الکترونیک توسط اینجانب تالیف شده است و مطالب، فرمول ها و اطلاعات ملزوم در ساده ترین حالت و به زبان فارسی به مخاطب ارائه شده است. برای آموزش هرچه بهتر توصیه می شود که مخاطب کتاب را از ابتدا و به همراه سخت افزار مربوطه (که نقشه پیاده سازی آن در لوح فشرده همراه کتاب می باشد) مطالعه و هر بخش را به شکل عملی اجرا نماید.

لازم به ذکر است که میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی ARM برای اولین تجربه کار با میکروکنترلرها گزینه مناسبی نمی باشند و بهتر است برای شروع از میکروکنترلرهای ساده تر (۸ بیتی) استفاده شود. این

² Hardware Abstraction Layer

³ Standard Peripheral Library

کتاب با این دیدگاه تالیف شده است که مخاطب تسلط کامل بر کد نویسی زبان C و یک میکروکنترلر ۸ بیتی را دارا می باشد.

امید است این کتاب گامی مناسب در مسیر استفاده از میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی ARM باشد. در این کتاب سعی شده است با زبانی شیوا و حداکثر دقت در جزئیات به بیان مطالب پرداخته شود اما با این حال هیچ اثری خالی از عیب نیست و نظرات شما مخاطبان عزیز ما را در هر چه بهتر شدن این اثر یاری می دهد. به این منظور می توانید نظرات خود را به آدرس پست الکترونیکی اینجانب Najafi_dsp@yahoo.com با موضوع ST-BOOK ارسال نمایید.

در انتها لازم میدانم از جناب آقای مهندس رسول قنبری برای تهیه فیلم های آموزشی کامپایلر Keil که در لوح فشرده همراه کتاب قرار دارد تشکر و قدردانی ویژه کرده باشم و تلاش های ایشان و رضایت شما عزیزان مراتب رحمت پدر مرحوم ایشان را به همراه داشته باشد.

حمید نجفی

تهران - پاییز ۹۵