

به نام آفریدگار، هستی

آشنایه با میکروکنترلرهای

ARM سری STM32

www.ketab.ir

مؤلف:

مهندس داود مستوی زاده نائینی

هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای

دانشکده فنی شهید مازان

سرشناسه	:	متولی زاده نائینی، داود، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	:	آشنایی با میکروکنترلرهای ARM سری STM32 / مولف داود متولی زاده نائینی ؛ ویراستار علمی حسین تیموری.
مشخصات نشر	:	اصفهان: کانون پژوهش، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	:	۲۴۱ص: مصور.
شابک	:	978-622-7062-34-2
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۲۴۱.
موضوع	:	میکروکنترلر ا. آ. ام. ARM microcontroller
موضوع	:	کنترل کننده های برنامه پذیر -- نرم افزار Programmable controllers-- Software
شناسه افزوده	:	تیموری، حسین، ۱۳۷۷- ویراستار
رده بندی کنگره	:	TJ۲۲۳
رده بندی دیویی	:	۶۲۹/۸۹۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۸۶۶۵۵۰۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	:	فیبا

آشنایی با میکروکنترلرهای ARM سری STM32

مؤلف: مهندس داود متولی زاده نائینی

ویراستار علمی: حسین تیموری

ناشر: کانون پژوهش

نوبت چاپ: اول ۱۴۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۲-۳۴-۲

کلیه حقوق محفوظ است.

پیشگفتار

میکروکنترلرها به عنوان یک ابزار قدرتمند نزد مهندسان برق، الکترونیک و کامپیوتر شناخته شده‌اند. به طوری که امروزه کمتر دانشگاه، شرکت یا موسسه‌ای می‌توان یافت که در کارهای آزمایشگاهی، تحقیقاتی و به خصوص کارهای تولیدی، تجاری و صنعتی از آن استفاده نکرده باشد و کارایی آن را نداند. امروزه پردازنده‌های مبتنی بر ARM در بسیاری از دستگاه‌های الکترونیکی اطراف ما مانند موبایل یافت می‌شوند. تراشه‌های ARM به واسطه طراحی منحصر به فردی که دارند، انتخاب بسیار مناسبی در ساخت انواع گجت‌ها هستند. میکروکنترلرهای مبتنی بر این معماری معمولاً قیمت کمتری نسبت به میکروکنترلرهای دیگر دارد. از شرکت‌های رایج سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر معماری ARM می‌توان به ST، ATMEL و NXP اشاره کرد. در این کتاب به معرفی یکی از محصولات شرکت ST یعنی میکروکنترلرهای سری STM32 پرداخته شده است. خانواده STM32 میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی شرکت ST هستند. این محصول با ترکیب عملکرد بسیار قوی، ولتاژ کاری پایین، پردازش سیگنال دیجیتال و سهولت در توسعه، محبوبیت بسیار زیادی را کسب کرده‌اند. دامنه وسیعی از میکروکنترلرهای STM32 وجود دارد که مبتنی بر یک هسته صنعتی استاندارد ساخته شده‌اند. میکروکنترلرهای خانواده STM32 شامل زیر مجموعه‌های مختلفی هستند. به دلیل زیاد بودن

تعداد پرده‌های این خانواده، در این کتاب فقط میکروکنترلر STM32f103c4 معرفی شده است.

در این کتاب، دستورات و نحوه برنامه‌نویسی C آموزش داده شده است. خواننده این کتاب هیچ نیازی به دانستن اطلاعات اولیه در مورد زبان C ندارد. چون کلیه مطالب از پایه و ابتدا بیان شده است.

در هر فصل کتاب، قابلیت‌های میکروکنترلر با مثال‌های نرم افزاری و سخت افزاری متعدد ذکر شده است. برای فهم بهتر و یادآوری مطالب هر بخش، تمرین‌هایی در پایان بخش‌ها گنجانده شده است. دانشجویان و هنرجویان محترم باید توجه داشته باشند که درک اصولی میکروکنترلرها، نیاز مبرم به انجام کار عملی یا نرم افزاری دارد. تا دانشجو در عمل یا به کمک شبیه ساز، با میکروکنترلر درگیر نشود، نمی‌تواند نکات ریز برنامه‌نویسی را یاد بگیرد. این کتاب، جهت برآورده شدن این مهم تدوین شده است.

در پایان لازم است از زحمات آقایان مهندس حسین تیموری و مهندس سید مهدی میردامادی به جهت ویرایش علمی و پیشنهاد مثال‌ها و تست برنامه‌های کتاب تقدیر و تشکر نمایم. از خوانندگان عزیز تقاضا می‌کنم نظرات و پیشنهاد‌های خود را جهت بهبود مطالب این کتاب در چای‌های بعدی به آدرس الکترونیکی Motavalizade@gmail.com ارسال نمایند.

داود متولی زاده نائینی

اسفند ۱۴۰۰

فهرست مطالب

فصل ۱: آشنایی با میکروکنترلرهای خانواده ARM Cortex-m3

۱-۱- مقدمه	۱۱
۱-۲- میکروکنترلر ARM	۱۱
۱-۳- نسل های مختلف پردازنده های ARM	۱۲
۱-۴- تفاوت پردازنده های سری Cortex با یکدیگر	۱۳
۱-۵- شرکت های سازنده میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM	۱۳
۱-۶- آشنایی با تراشه های STM32	۱۳
۱-۷- برنامه نویسی و انواع کامپایلرهای میکروکنترلر های STM32	۱۷
۱-۸- معرفی نرم افزار STM32cubemx	۱۷
۱-۹- کامپایلر STM32cubeide	۱۷

فصل ۲: استفاده از درگاهها بصورت خروجی و کار با کامپایلر STM32CubeIDE

۲-۱- مقدمه	۱۹
۲-۲- تنظیمات پایه به صورت خروجی	۲۳
۲-۳- تنظیم کلاک تراشه	۲۴
۲-۴- ایجاد کد ها در کامپایلر	۲۶
۲-۵- توابع HAL برای مقداردهی خروجی	۲۸
۲-۵-۱- مقدار دادن درگاه ها بصورت رجیستری	۲۸
۲-۶- نحوه کامپایل برنامه	۳۲
۲-۷- مشاهده مقدار حافظه ی استفاده شده	۳۲
۲-۸- شبیه سازی در نرم افزار پروتئوس	۳۳
۲-۸-۱- توضیح رنگها در پروتئوس	۳۵
۲-۹- تعریف متغیر	۳۶
۲-۱۰- ابزارهای برنامه سازی در زبان C	۳۹
۲-۱۰-۱- ساختارهای تکرار و تصمیم گیری	۳۹
۲-۱۰-۲- ساختارهای تکرار	۳۹
۲-۱۰-۳- ساختار while	۳۹

۴۱	 ساختار do ... while
۴۱	 ساختار تکرار for
۴۴	 عملگرهای شرطی در زبان C
۴۵	 سایر عملگرهای زبان C
۴۸	 ساختارهای تصمیم
۴۸	 ساختار تصمیم if
۴۸	 ساختار else...ifهای متوالی
۴۹	 ساختار تصمیم switch
۵۴	 دات ماتریس
۵۴	 نحوه اتصال LED ها در دات ماتریس
۵۶	 چگونگی نمایش تصویر به طور کامل
۵۷	 ایجاد نوشته و تصاویر روان
۵۷	 راههای راه اندازی ادوات پُر توان
۵۹	 مسائل

فصل ۳: کار عملی با میکروکنترلرهای STM32

۶۱	 مقدمه
۶۱	 حداقل سخت افزار برای کار عملی با stm32f10x
۶۵	 نحوه پروگرام و دیباگ STM32
۶۵	 پروگرام کردن میکروکنترلر STM32 از طریق رابط SWD
۶۷	 نحوه دیباگ برنامه نوشته شده

فصل ۴: نمایش بر روی سون سگمنت

۷۱	 مقدمه
۷۱	 نمایش بدون استفاده از دیکودر
۷۴	 نمایش با استفاده از دیکودر
۷۵	 نمایش چند رقمی
۸۲	 تابع یا زیر برنامه
۸۲	 نحوه کار تابع
۸۳	 نحوه تعریف تابع
۸۶	 هوشمند نمودن کنترل ترافیک
۸۷	 مسائل

فصل ۵: کار با LCD متنی

۸۹	۱-۵- مقدمه
۸۹	۲-۵- توصیف پایه‌های LCD
۹۲	۳-۵- نحوه راه اندازی LCD کاراکتری با cubeide
۹۳	۴-۵- توابع کتابخانه hd44780 برای LCD کاراکتری
۹۵	۵-۵- چاپ محتوای یک متغیر
۹۹	۶-۵- استفاده از کتابخانه stdlib.h
۱۰۰	۷-۵- مسائل

فصل ۶: کلید خوانی

	۱-۶- مقدمه
۱۰۱	
۱۰۱	۲-۶- نحوه پیکربندی پایه به صورت ورودی در محیط cubemx
۱۰۲	۳-۶- توابع HAL برای خواندن ورودی
۱۰۳	۴-۶- خواندن منطق پایه به صورت رجیستری
۱۰۳	۱-۴-۶ رجیستر IDR->GPIOx
۱۰۳	۵-۶- کلید حساس به سطح صفر
۱۰۵	۶-۶- کلید حساس به سطح یک
۱۰۵	۷-۶- تشخیص لبه پایین رونده
۱۰۶	۸-۶- لروزش گیری از کلید
۱۰۶	۹-۶- تشخیص لبه بالا رونده
۱۰۷	۱۰-۶- ربات تعقیب‌گر خط
۱۰۷	۱-۱۰-۶ طرز کار دیود گیرنده
۱۰۸	۲-۱۰-۶ تشخیص خط به کمک سنسور مادون قرمز
۱۰۸	۳-۱۰-۶ حداقل سخت افزار برای ربات
۱۰۹	۴-۱۰-۶ نحوه برنامه‌نویسی ربات
۱۰۹	۵-۱۰-۶ برنامه ربات
۱۱۱	۱۱-۶- مسائل

فصل ۷: آشنایی با واحد NVIC و وقفه های خارجی

۱۱۳	۱-۷- مقدمه
۱۱۴	۲-۷- وقفه های خارجی در تراشه stm32f10x
۱۱۵	۳-۷- راه اندازی وقفه های خارجی