

۱۵۰۹۱۱۶
۹۶۰۶۱۰

به نام خدا



میکروکنترلر ARM

سری LPC1114

مؤلف

مهندس محمد مهدی صفی

(کارشناسی مهندسی تکنولوژی الکترونیک)

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.

میکروکنترلر ARM سری LPC1768

مؤلف: مهندس محمد علی صافی

ناشر: مؤسسه فرهنگی سری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی: نشر هانم زاده

طرح روی جلد: داریوش فردا

چاپ: دانشجو

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: ۱۳۹۶

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قیمت: ۴۱۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۶۰۸-۱

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خیابان کارگر جنوبی، رویروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶ کد پستی: ۱۳۱۴۹۸۳۱۸۵

پست الکترونیکی: bookmarket@mftmail.com

فروش اینترنتی:

www.mftshop.com

www.mftbook.ir

نشانی اینستاگرام: [Dibagaran_publishing](https://www.instagram.com/Dibagaran_publishing)

نشانی تلگرام: [@mftbook](https://www.telegram.me/mftbook)

سرشناسه: صافی، محمد مهدی، ۱۳۷۱-

عنوان و نام پدید آور: میکروکنترلر ARM سری LPC1768
/مؤلف: محمد مهدی صافی.

مشخصات نشر: تهران- دیباگران تهران- ۱۳۹۶

مشخصات ظاهری: ۴۰۴ ص. مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۶۰۸-۱

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: میکروکنترلر آ.آ.آر.آم

موضوع: ARM microcontroller

موضوع: میکروکنترلرها

موضوع: Microcontrollers

موضوع: کنترل کننده های برنامه پذیر

موضوع: programmable controllers

رده بندی ده گانه: ۶۷۱.۶۳۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱.۸۹۵

شماره کتابشناسی ملی: ۴۷۱ ۶۳۵

فهرست مطالب

۱۷	فصل اول : آشنایی با پردازنده ARM
۱۹	۱-۱. تاریخچه ARM :
۲۰	۲-۱. مشخصات اصلی پردازنده های ARM
۲۰	۳-۱. موارد استفاده ARM :
۲۱	۴-۱. معماری پردازنده ها :
۲۱	۱-۴-۱. معماری Von_Neumann
۲۲	۲-۴-۱. معماری Harvard
۲۲	۳-۴-۱. کد کردن دستور عمل به روش CISC
۲۲	۴-۴-۱. کد کردن دستور عمل به روش RISC
۲۳	۵-۱. نسلهای مختلف ARM
۲۳	۱-۵-۱. هسته های سری ۱۱-۱۰-۹-A9
۲۴	۲-۵-۱. هسته های سری Cortex
۲۴	۱-۲-۵-۱. سری Cortex_A
۲۵	۶-۱. معرفی ریز پردازنده های مبتنی بر Cortex :
۲۵	۱-۶-۱. Cortex_M0 LPC11XX
۲۵	۲-۶-۱. Cortex_M3 LPC13XX
۲۶	۳-۶-۱. Cortex_M4 LPC14XX
۲۶	۷-۱. شرکت های ارائه دهنده پردازنده ARM
۲۶	۸-۱. مشخصات میکرو کنترلر LPC17XX مبتنی بر Cortex_M3

۲۹	فصل دوم :مقدمه ای بر برنامه نویسی C
----	-------------------------------------

۳۱	۱-۲. تاریخچه زبان C
----	---------------------

۳۲	۲-۲. ویژگی های زبان C:
۳۲	۳-۲. ساختمان اصلی یک برنامه:
۳۳	۳-۲-۱. دستورات پیش پردازنده:
۳۴	۴-۲. انواع داده در زبان C:
۳۵	۴-۲-۱. مقدار دهی به متغیر:
۳۵	۵-۲. آرایه تک بعدی در زبان C:
۳۶	۵-۲-۱. آرایه دو بعدی در زبان C:
۳۷	۶-۲. عملگر ها:
۳۷	۶-۲-۱. عملگر ریاضی:
۳۸	۶-۲-۲. عملگر های رابطه ای:
۳۸	۶-۲-۳. عملگر های منطقی و بیتی:
۳۹	۶-۲-۴. عملگر های ترکیبی:
۴۰	۷-۲. ساختار های تصمیم:
۴۰	۷-۲-۱. ساختار تصمیم if:
۴۲	۷-۲-۲. ساختار تصمیم switch case:
۴۴	۸-۲. ساختار تکرار:
۴۴	۸-۲-۱. ساختار تکرار for:
۴۵	۸-۲-۲. ساختار تکرار while:
۴۶	۸-۲-۳. ساختار تکرار do_while:
۴۶	۹-۲. دستور goto:
۴۷	۱۰-۲. دستور break:
۴۷	۱۱-۲. دستور continue:
۴۷	۱۲-۲. دستور #define:

فصل سوم : آشنایی با نرم افزار Keil uVision..... ۵۳

۱_۳.طریقه ی نصب و کرک نرم افزار Keil:..... ۵۵

۲_۳. CMSIS چیست؟..... ۶۲

۳_۳.نحوه ی ایجاد پروژه با CMSIS:..... ۶۲

۴_۳.شیب سازی برنامه داخل نرم افزار keil:..... ۶۶

۱_۴_۳.شیب ساز رجیستری:..... ۶۶

۲_۴_۳.شیب ساز سیدال:..... ۶۷

۵_۳.پروگرامر و تنظیمات آن:..... ۶۹

۱_۵_۳.نحوه ی اتصال پروگرامر کلاک به میکرو:..... ۶۹

۳_۵_۳.تنظیمات مربوط به پروگرامر در Keil:..... ۷۲

۴_۵_۳.دیبگ گردن میکرو توسط پروگرامر:..... ۷۵

فصل چهارم: آشنایی با بلوک PLL و بلوک فرکانس در LPC..... ۷۷

۱_۴. PLL چیست و چگونه کار میکند:..... ۷۹

۲_۴. سینتی سائزر چیست و چگونه کار میکند:..... ۸۱

۳-۴.بلوک کلاک داخلی میکرو:..... ۸۱

فصل پنجم: آشنایی با امکانات جانبی و توابع کار با آنها..... ۸۹

۱-۵.بررسی کتابخانه GPIO :..... ۹۲

۲-۵.تاخیر زمانی:..... ۹۸

۳-۵.نکته های استفاده از وقفه های GPIO:..... ۹۸

۱۰۲.....	۴-۵ بررسی کتابخانه pinsel:
۱۰۵.....	۵-۵ بررسی کتابخانه وقفه خارجی:
۱۰۷.....	۵-۵-۱ سرویس روتین وقفه خارجی:
۱۱۰.....	۵-۶ بررسی کتابخانه ADC:
۱۱۵.....	۵-۶-۱ نکات استفاده از ADC:
۱۱۶.....	۵-۶-۲ نکات استفاده از وقفه ADC:
۱۲۱.....	۵-۷ بررسی کتابخانه DAC:
۱۲۴.....	۵-۸ بررسی کتابخانه Timer:
۱۲۷.....	۵-۸-۱ پیکره بندی MATCH:
۱۳۱.....	۵-۸-۲ محاسبه زمان شمارش تایمر در مد TIM_PRESCALE_TICKVAL:
۱۳۲.....	۵-۸-۳ محاسبه زمان شمارش تایمر در د TIM_PRESCALE_USVAL:
۱۳۲.....	۵-۸-۴ پیکره بندی capture تایمر:
۱۳۷.....	۵-۹ بررسی کتابخانه Watch Dog Timer:
۱۳۹.....	۵-۱۰ بررسی کتابخانه PWM:
۱۴۶.....	۵-۱۰-۱ شبیه سازی سیگنالی واحد PWM:
۱۶۴.....	۵-۱۱ بررسی کتابخانه UART:
۱۷۶.....	۵-۱۱-۱ وقفه ی UART:
۱۸۰.....	۵-۱۱-۲ USB to COM:
۱۹۱.....	۵-۱۱-۳ استفاده از UART به صورت Full Port:
۱۹۴.....	۵-۱۱-۴ استفاده از UART به صورت IR:
۱۹۷.....	۵-۱۲ بررسی کتابخانه frmwrk:
۱۹۹.....	۵-۱۳ بررسی تابع sprintf از کتابخانه stdio:
۲۰۳.....	۵-۱۴ بررسی کتابخانه LCD:

۲۰۸	.....	۱۵-۵. بررسی کتابخانه RTC:
۲۲۲	.....	۱۶-۵. بررسی کتابخانه RIT :
۲۲۵	.....	۱۷-۵. بررسی کتابخانه SPI :
۲۳۴	.....	۱۸-۵. بررسی کتابخانه SSP:

۲۴۲	.....	فصل ششم : راه اندازی روتری انکدرهای صنعتی.....
۲۴۵	.....	۱-۶. روتر، انکدر، افزایشی:
۲۴۸	.....	۲-۶. روتری، انکدر مطلق:
۲۵۰	.....	۳-۶. بررسی سوابع کتابخانه QMC:

۲۵۹	.....	فصل هفتم: روش نوشتن کتابخانه.....
۲۶۱	.....	۱-۷. فایل کتابخانه با پسوند ".h":
۲۶۲	.....	۲-۷. فایل کتابخانه با پسوند ".c":
۲۶۳	.....	۳-۷. قفل کردن کتابخانه:.....

۲۶۷	.....	فصل هشتم : راه اندازی مموری کارت به صورت فایل سیستم.....
۲۶۹	.....	۱-۸. اطلاعات پایه.....
۲۷۰	.....	۲-۸. نحوه ی ذخیره فایل روی MMC.....
۲۷۲	.....	۳-۸. جدول FAT.....
۲۷۲	.....	۱-۳-۸. FAT۱۶ :
۲۷۳	.....	۲-۳-۸. FAT۳۲ :
۲۷۳	.....	۳-۳-۸. NTFS :
۲۷۳	.....	۴-۸. تقسیم بندی فضای حافظه:

۲۷۴	 ۵-۸ ناحیه سیستم:
۲۷۴	 ۶-۸ ناحیه داده:
۲۷۵	 Chan کتابخانه ۷-۸
۲۷۶	 f_mount ۱-۷-۸
۲۷۸	 f_open ۲-۷-۸
۲۸۰	 f_write ۳-۷-۸
۲۸۲	 f_close ۴-۷-۸
۲۸۲	 f_read ۵-۷-۸
۲۸۵	 f_seek ۶-۷-۸
۲۸۷	 f_sync ۷-۷-۸
۲۸۸	 f_mkdir ۸-۷-۸
۲۸۹	 f_opendir ۹-۷-۸
۲۹۰	 f_rename ۱۰-۷-۸
۲۹۲	 f_unlink ۱۱-۷-۸
۲۹۳	 f_chmod ۱۲-۷-۸
۲۹۶	 f_getfree ۱۳-۷-۸

۳۰۱	 فصل نهم: راه اندازی نمایشگر رنگی ۷ اینچ با چیپ SSD۱۹۶۳
۳۰۳	 ۱-۹. شرح سخت افزار:
۳۰۵	 ۲-۹. شرح توابع راه اندازی نمایشگر:

۳۰۹	 فصل دهم: راه اندازی LCD رنگی با چیپ ILI۹۳۲۵ یا ILI۹۳۲۰
۳۱۱	 ۱-۱۰. شرح سخت افزار:

۳۱۷ ۱۰-۲. شرح توابع راه اندازی نمایشگر:

۳۱۸ ۱۰-۳. قاعده ی رنگ بندی:

۳۲۱ فصل یازدهم: دیدک عکس BMP و نمایش روی LCD رنگی از روی MMC:

۳۲۳ ۱۱-۱. فرمت رنگهای عکس های BMP:

۳۲۴ ۱۱-۲. تغییر سایز و فرمت عکس به BMP با فتوشاپ:

۳۲۵ ۱۱-۳. بررسی کدهای اطلاعاتی عکس BMP:

۳۳۰ ۱۱-۴. روش اصلی خواندن دیتای عکس از روی مموری و نمایش آن روی نمایشگر:

۳۳۱ فصل دوازدهم: کتابخانه نمایش عکس برای نمایشگر ۲،۸" و ۳،۲":

۳۴۵ فصل سیزدهم: آشنایی با پردازنده ARM:

۳۵۳ فصل چهاردهم: بررسی تابع کتابخانه bmp.h:

۳۵۷ فصل پانزدهم: بررسی Touch Screen با کنترلر TSC۲۰۴۶_TSC۲۰۴۶_YPT۲۰۴۶ به همراه کتابخانه:

۳۵۹ ۱۵-۱. شرح سخت افزار:

۳۶۹ فصل شانزدهم: راه اندازی پروتکل CAN:

۳۷۱ ۱۶-۱. تاریخچه CAN:

۳۷۱ ۱۶-۲. بررسی سخت افزار مورد نیاز برای CAN و عملکرد آن در LPC۱۷۶۸:

۳۷۵ ۱۶-۳. بررسی توابع کتابخانه ی CAN:

۳۸۵	پیوست ها
۳۸۶	پیوست الف: کدهای اسکی
۳۸۶	کاراکترهای کنترلی:
۳۸۷	کدهای اسکی قابل چاپ
۳۹۲	کدهای اسکی گسترش یافته:
۴۰۰	پیوست ب: جدول میکروکنترلر های سری Cortex-M۳

۴۰۳	منابع
-----	-------

www.ketab.ir

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب ملی است که بتواند خواسته‌های 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، دایره 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 رایج‌ترین رسانه برای 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، این 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 "مهندسان محمد مهدی صفی" 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 خانمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نمایم 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

در ابتدای امر حمد و سپاس خدایی را به جا می آورم که با الطاف بیکران خود توفیقی را به اینجانب ارزانی داشت تا بتوانم در راه گسترش علم این مرز و بوم قدمی هر چند کوچک بردارم. کتابی که در پیش رو دارید حاصل تجربیات اینجانب می باشد که به زیور طبع آراسته شده و در اختیار دوست داران علم الکترونیک قرار دارد. ویژگی بارز این کتاب که باعث تفاوت آن با کتاب های دیگر که در زمینه ی میکروکنترلر ARM وجود دارد این است که سعی شده در این کتاب از پرداختن به مطالب جانبی صرف نظر شود. از مهمترین آنها این است که بدون نیاز به اطلاعاتی در مورد رجیسترهای میکروکنترلر AVR می توان با آن به راحتی کار کرد و از زبانی ساده و عملی برای نگارش این کتاب بهره گرفته شد تا خواننده بیشتر بتواند از این کتاب در عمل استفاده نماید. دلیل نگارش این کتاب این بود که کتاب های موجود در این زمینه به دلیل پرداختن به موارد جانبی بسیار که کاربردی در عمل ندارد باعث می شود خواننده را از راه خود دور کند. به عنوان مثال می توان به برنامه نویسی به وسیله رجیسترهای ۳۲ بیتی اشاره کرد که کار برنامه نویسی و یادگیری را بسیار دشوار می کند. همانطور که می دانیم میکروکنترلر های AVR در علم الکترونیک بسیار کار آمد واقع شدند اما، در مواردی میکروکنترلر های AVR جوابگوی کارهای سبک نبودند بنابراین میکروکنترلر های ARM با انواع بسیار مختلف به بازار عرضه شد و جایگزین بسیار خوبی برای AVR شد که می توان به سری AT91 LPC و سری ST و ... اشاره کرد (سری L۴۳۰ از نوع AT91 بسیار کارآمدتر و پیشرفته تر از سری AT91 می باشد). سری LPC نیز خود دارای انواع مختلفی می باشد که به شرح کامل آنها در کتاب پرداخته شده است. در این کتاب از میکروکنترلر ۱۶۸-۱۶۰۴ بهره گرفته شده است که از مزایای ویژه ای برخوردار است. مهمترین ویژگی میکروکنترلر ARM که باعث شده، بیشتر شرکت ها از AVR به ARM جهشی کنند به این شرح است: نوپذیری کم، مصرف توان پایین، امکانات گسترده، فرکانس کاری و سرعت بالا، ضریب اطمینان بالا و ...

مخاطبان این کتاب علاقه مندان به الکترونیک و کامپیوتر، مهندسان و تکنسین های برق و الکترونیک و کامپیوتر و زیر شاخه های آنها می باشد. مخاطبان این کتاب لازم است تا مقداری با میکروکنترلر AVR و کار کردن با آنها آشنایی داشته باشند تا مطالب این کتاب را بتوانند به خوبی استفاده کنند و در عمل بهره ببرند. توصیه اینجانب به خوانندگان عزیز این است که حتما مطالب این کتاب را به صورت عملی استفاده کنند و برد یا برد آموزشی آن را تهیه کنند یا نسبت به توانایشان ساخته و همه ی مثال ها و آموزش را به صورت عملی پیگیر باشند؛ زیرا این کتاب بر مبنای کار در عمل نگارش شده است و اینجانب هم تمامی مطالب را در عمل استفاده کرده ام.

در این کتاب برای برنامه نویسی از زبان سطح بالای C و کامپایلر قدرتمند Keil استفاده شده است که دلیل انتخاب این کامپایلر در فصل اول مورد بحث ما می باشد.

این کتاب بر اساس برگه اطلاعاتی که کارخانه سازنده ارائه کرده و مطالعه از سایت های مراجع و ... و تلفیق آن با تجربیات این جانب نوشته و به رشته ی تحریر در آمده است.

این کتاب شامل دویخش، مقدماتی و پیشرفته میباشد

بخش مقدماتی شامل فصلهایی به شرح زیر میباشد:

فصل اول: آشنایی با پردازنده ARM

فصل دوم: مقدمه ای بر برنامه نویسی C

فصل سوم: آشنایی با نرم افزار Keil uVision

فصل چهارم: آشنایی با میکروکنترلر LPC

فصل پنجم: آشنایی با امکانات جانبی و توابع کار با آنها

بخش پیشرفته شامل فصلهایی به شرح زیر میباشد:

فصل ششم: راه اندازی روتاری انکدرهای صنعتی

فصل هفتم: روش نوشتن کتابخانه

فصل هشتم: کار با SD/MMC

فصل نهم: راه اندازی LCD رنگی ۷" با چیپ SSD1963

فصل دهم: راه اندازی LCD رنگی با چیپ ILI9325 یا ILI9320

فصل یازدهم: دیدکد عکس BMP و نمایش روی LCD رنگی از روی SD/MMC

فصل دوازدهم: کتابخانه نمایش عکس برای نمایشگر ۲.۸" و ۳.۲"

فصل سیزدهم: کتابخانه نمایش عکس برای نمایشگر ۷"

فصل چهاردهم: بررسی کتابخانه bmp.h

فصل پانزدهم: بررسی Touch Screen با کنترلر ADSY843_XPT2046_TSC2046 به همراه کتابخانه

فصل شانزدهم: راه اندازی پروتکل CAN

در این اثر سعی شده است از مطالب ساده و روان استفاده شود. اینجانب با طراحی مدارات الکترونیکی و با مطالعه ی منابع بسیار در زمینه ی الکترونیک سعی کرده ام موارد مفید را خدمت خوانندگان عزیز ارائه نمایم.

با این حال کتاب پیش رو عاری از کاستی نبوده و هیچگونه ادعایی مبنی بر کامل و بی نقص بودن کتاب وجود ندارد. مزید امتنان است اگر مشکلات و نقص ها به اینجانب تذکر داده شود تا بتوانم در ویرایش های بعدی به یاری حق تعالی کاستی های آن را رفع نمایم.

شایان ذکر است بدون مساعدت های انتشارات دیباگران تهران نوشتن کتاب در این سطح میسر نبود بنابراین ر این واحد کمال تشکرو قدردانی فراوان را دارم.

همین جا لازم می دهم از همه دهستان و کسانی که مرا مورد لطف خود قرار داده اند کمال تشکر و قدردانی به عمل آورم.

از خوانندگان عزیز تقاضا دارم نظرات و پیشنهادات سازنده خود را در زمینه ی بهبود مطالب کتاب به اینجانب توسط رایانامه زیر اطلاع رسانی کنند.

محمد مهدی صفی

خرداد ماه ۱۳۹۶

m.mehdisafi@gmail.com