



(حسگرهای)

سنسورهای دیجیتال

نویسنده

آیرو فلاح شیخلری

ناشر: کتابخانه ملی، گامپور، دانشگاه، مدیریت

نص

سرشناسه	فلاح شیخلری، امیر، ۱۳۶۳
عنوان و نام پدیدآور	سنسورهای (حسگرهای) دیجیتال/ نویسنده امیر فلاح شیخلری؛ ویراستار واحد ویرایش موسسه نص.
مشخصات نشر	تهران: نص، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	هشت، ۳۴۴ص: مصور، جدول (رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۳۶۶-۷
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	آشکارسازها
موضوع	سیستم‌های کنترل هوشمند
موضوع	پردازش سیگنال‌ها -- شیوه‌های رقمی
شناسه افز.	موسسه علمی فرهنگی نص
رده بندی کنگ	۱۳۹۴ ۹ص/ف/۱۶۵ TA
رده بندی دیویی	۶۰۱۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۰۱۱۶۱۱



موسسه علمی فرهنگی

سنسورهای (حسگرهای) دیجیتال

نویسنده: امیر فلاح شیخلری

ویراستار: واحد ویرایش موسسه نص

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰

ناشر: نص

قیمت: ۱۹/۰۰۰ تومان

طراحی، چاپ و صحافی: موسسه علمی فرهنگی «نص»

فروشگاه: تهران - ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، شماره ۲۵
تلفن: ۶۴۰۵۳۷۲

وب سایت: www.nass.ir

دفتر: تهران، میدان انقلاب، خ منیری جاوید، بن بست مبین، شماره ۶
تلفن: ۶۶۴۱۲۳۸۵ - ۶۶۴۶۵۶۷۴ - ۶۶۹۵۳۸۸۳ فاکس: ۶۶۹۵۷۶۹۰

ایمیل: info@nasspub.com

مقدمه نویسنده

بکارگیری سنسورها در سیستم‌های الکترونیکی امروزی امری اجتناب ناپذیر است. اگر بتوان میکروکنترلرها و میکروپروسسورها را به عنوان مغز یک سیستم الکترونیکی در نظر گرفت، به طور حتم سنسورها همانند حواس چندگانه آن سیستم عمل خواهند نمود. در واقع سنسورها ادراک یک سیستم الکترونیکی از محیط را با تبدیل کمیت‌های فیزیکی و شیمیایی به سیگنال الکتریکی فراهم می‌کنند. این کمیت‌ها می‌توانند پارامترهای ترمودینامیکی از قبیل دما، رطوبت و فشار، پارامترهای بیومتریک از قبیل اثرانگشت، ضربان قلب و تشخیص عنبیه چشم، پارامترهای موقعیت از قبیل مختصات جغرافیایی، تعیین جهت قطب، تعیین زاویه و فاصله، پارامترهای دینامیکی از قبیل سرعت و شتاب، پارامترهای استاتیکی از قبیل جرم و نیرو، پارامترهای شیمیایی از قبیل تعیین اسیدی یا باز بودن ماده، تعیین غلظت و یا هر پارامتری که یک سیستم الکترونیکی نیاز به اندازه‌گیری آن دارد، باشند.

با دیجیتالی شدن مدارات الکترونیک، سنسورها نیز از این امر مستثنی باقی نمانده و شرکت‌های سازنده با افزودن مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال، چیپ‌های پردازنده، حافظه‌ها، فیلترها، جبران‌سازها و سایر مدارات دیجیتال در داخل سنسورها، قابلیت آنها را به شدت افزایش داده‌اند. این روال در سال‌های اخیر به خوبی مشاهده می‌شود به طوری که اکثر سنسورهای جدید با خروجی دیجیتال به بازار عرضه می‌شوند. از آنجائیکه اصول کارکرد سنسورها و نحوه راه‌اندازی آنها همواره از مباحث کاربردی و جذاب برای دانشجویان و علاقه‌مندان الکترونیک است، از این رو این کتاب با هدف آموزش نحوه راه‌اندازی تعدادی از سنسورهای دیجیتال موجود در بازار تالیف شده است. در انتخاب سنسورهای این کتاب، مشخصاتی از قبیل حساسیت کافی، دقت و تکنیک‌پذیری بالا، گستره اندازه‌گیری خوب، عدم حساسیت به تداخل و تأثیرات محیطی و در نهایت دوام و جایگزینی بدون مشکل در نظر گرفته شده است.

هر فصل این کتاب به معرفی یک سنسور می‌پردازد. در ابتدای هر فصل تعاریف و توضیحاتی مختصر در رابطه با پارامتری که قرار است آن سنسور اندازه‌گیری نماید داده می‌شود. سپس سنسور مورد نظر معرفی شده و تمام ویژگی‌ها و قابلیت‌های آن سنسور به طور مفصل طبق دیتاشیت و برگه‌های کاربردی شرکت سازنده توضیح داده می‌شود و بالاخره در پایان هر فصل در قالب یک پروژه کاربردی، چگونگی راه‌اندازی آن سنسور توسط کامپیوتر و یا میکروکنترلر AVR آموزش داده می‌شود. دلیل استفاده از میکروکنترلر AVR معماری ساده و در عین حال قدرتمند این میکروکنترلر و همچنین استفاده گسترده از این میکروکنترلر در بین دانشجویان است. در این کتاب از توضیح ویژگی‌های میکروکنترلر کاملاً خودداری شده و تمرکز اصلی روی قابلیت‌های سنسورها و نحوه راه‌اندازی آنها است. البته تک تک توابع کد برنامه C در هر پروژه به طور کلی توضیح

داده شده‌اند. بنابراین این کتاب، مناسب علاقه‌مندان و دانشجویانی است که از دانش میکروکنترلری برخوردار بوده و خواهان بکارگیری میکروکنترلرها در سیستم‌های الکترونیکی مبتنی بر سنسورها در پروژه‌های صد در صد کاربردی هستند. لازم به ذکر است که برنامه‌های این کتاب به گونه‌ای کدنویسی شده‌اند که دانشجویانی که از دیگر میکروکنترلرها همانند PIC، 8051 و یا ARM استفاده می‌کنند به راحتی متوجه روال برنامه شده و خودشان می‌توانند برنامه‌های هر فصل را در دیگر کامپایلرها تبدیل نمایند.

در CD همراه کتاب، کلیه مدارک مربوط به هر فصل مانند دیتاشیت‌ها، برگه‌های کاربردی، تصاویر PCB، برنامه C و نرم‌افزارهای مورد استفاده قرار داده شده است.

از آنجائیکه نحوه راه‌اندازی اکثر سنسورهای دیجیتال شبیه به یکدیگر است، امید است خوانندگان گرامی با مطالعه این کتاب، توانایی راه‌اندازی هر سنسور جدیدی را فقط با تکیه بر دانش فنی خود و برگه‌های اطلاعات شرکت سازنده و بدون نیاز به هیچگونه منبعی کسب نمایند. از خوانندگان گرامی تقاضا می‌شود که اشکالات علمی و فنی در این کتاب را بر اینجانب بخشیده و این اشکالات را در سایت www.sensiran.ir مطرح کنند و یا به آدرس الکترونیک fallah.amir@yahoo.com و یا info@nasspub.com ارسال نمایند.

در پایان لازم می‌دانم از بی‌ست‌خوبم آقای هادی نجفی که مرا در تالیف این اثر یاری نمودند تشکر نمایم. همچنین از مدیریت محترم موسسه نص جناب آقای مهندس زارع و به خصوص از مدیر بخش علمی انتشارات جناب آقای مهندس علیرضا بیگلری که راهنمایی‌های ایشان نقش به‌سزایی در ارتقاء سطح کیفی کتاب داشت کمال تشکر و قدردانی را دارم.

امیر فلاح شیخلری

فهرست

فصل ۱ اثر انگشت

فصل ۲ GPS

۳	مقدمه	۳	۱-۲ مبانی GPS
۳	تاریخچه	۳	مقدمه
۴	۱-۱ مبانی اثر انگشت	۴	۱-۱-۲ بخشهای GPS
۴	۱-۱-۱ روش های شناسایی بی لوزی	۴	۲-۱-۲ انواع موقعیت یابی
۵	۲-۱-۱ اصول کلی در سیستم های تشخیص اثر انگشت	۵	۳-۱-۲ منابع خطا
۷	۳-۱-۱ انواع سنسورهای اثر انگشت	۷	۴-۱-۲ سیگنال های GPS
۷	۴-۱-۱ نحوه استخراج ویژگی ها	۷	۵-۱-۱ ارسال سیگنال های GPS
۸	۲-۱ سنسور اثر انگشت SM621	۸	۶-۱-۲ GPS مدرن
۸	۱-۲-۱ ویژگی های سنسور	۸	۷-۱-۲ جی پی اس تفاضلی (DGPS)
۹	۲-۲-۱ بلوک دیاگرام ماژول SM621	۹	۱-۲-۲ گیرنده جی پی اس LEA-5
۱۰	۳-۲-۱ کاربردها	۱۰	۱-۲-۲ دید کلی
۱۰	۴-۲-۱ اصطلاحات مربوط به تشخیص اثر انگشت	۱۰	۲-۲-۲ انتخاب ماژول
۱۰	۵-۲-۱ مشخصات	۱۰	۳-۲-۲ معماری
۱۰	۶-۲-۱ پروتکل ارتباطی	۱۰	۴-۲-۲ توصیف پهن باند LEA-5S
۱۳	۷-۲-۱ فلوچارت کنترل فرمان	۱۳	۵-۲-۲ باتری پشتیبان
۱۴	۸-۲-۱ فرمان های ارسالی به ماژول و پاسخ ماژول	۱۴	۶-۲-۲ تنظیمات پیش فرض ماژول
۱۵	۹-۲-۱ جزئیات فرمان ها	۱۵	۷-۲-۲ آنتن
۳۴	۱۰-۲-۱ پارامترهای دقت سیستم بیومتریک	۳۴	۸-۲-۲ محل آنتن
۳۴	۳-۱ مدار اتصال ماژول SM621 به کامپیوتر	۳۴	۹-۲-۲ قرارگیری LEA-5 بر روی پی سی بی
۴۲	۴-۱ طراحی سیستم تشخیص اثر انگشت با ماژول SM-621 و میکروکنترلر AVR	۴۲	۳-۲ تقسیم بندی کره زمین
۸۴	برنامه C	۸۴	۴-۲ پروتکل NMEA 0183
۶۴	جمع بندی	۶۴	۱-۴-۲ پارامترهای الکتریکی
۶۵	تمرین	۶۴	۲-۴-۲ فرمت پیام
		۶۵	۳-۴-۲ پیام های GPS
		۹۵	۴-۴-۲ فرمت طول و عرض جغرافیایی

۱۷۹	۴-۱-۲ تعاریف رطوبت
۱۸۰	۴-۱-۳ رطوبت سنچ
۱۸۲	۴-۲-۲ آشنایی با سنسور SHT
۱۸۲	۴-۲-۱ ویژگی‌ها
۱۸۳	۴-۲-۲ کاربرد‌ها
۱۸۴	۴-۲-۳ مشخصات کارایی سنسور
۱۸۶	۴-۲-۴ مشخصات ارتباطی
۱۸۷	۴-۲-۵ ارسال فرمان
۱۸۷	۴-۲-۶ ترتیب اندازه‌گیری
۱۸۸	۴-۲-۷ ترتیب Reset
۱۸۸	۴-۲-۸ CRC
۱۸۹	۴-۲-۹ رجیستر وضعیت
۱۸۹	۴-۲-۱۰ رزولوشن اندازه‌گیری
۱۹۰	۴-۲-۱۱ تمام شدن باتری
۱۹۰	۴-۲-۱۲ آلارم گرم‌کننده (هیتر)
۱۹۰	۴-۲-۱۳ بارگذاری از حافظه OTP
۱۹۰	۴-۲-۱۴ تبدیل خروجی به مقادیر واقعی
۱۹۲	۴-۲-۱۵ نقطه‌ی شبنم
۱۹۳	۴-۲-۱۶ اطلاعات کاربردی

۴-۳ طراحی دماسنج و رطوبت‌سنج دیجیتال با

۱۹۴	سنسور sht
۱۹۶	برنامه C
۲۰۰	جمع‌بندی
۲۰۱	تمرین

فصل ۵ - مانع

۲۰۳	۵-۱ دما
۲۰۳	۵-۲ سنسور دمای DS18S20
۲۰۳	۵-۲-۱ توصیف
۲۰۴	۵-۲-۲ ویژگی‌ها
۲۰۴	۵-۲-۳ نگاه کلی
۲۰۵	۵-۲-۴ عملیات اندازه‌گیری دما
۲۰۶	۵-۲-۵ عملیات علامت هشدار
۲۰۷	۵-۲-۶ تغذیه DS18S20
۲۰۸	۵-۲-۷ کد ۶۴ بیتی ROM
۲۰۸	۵-۲-۸ حافظه
۲۰۹	۵-۲-۹ تولید CRC
۲۱۰	۵-۲-۱۰ سیستم گذرگاه اسیمه

۹۵	۲-۵ ارتباط گیرنده LEA-SS با کامپیوتر
۹۶	۲-۶ طراحی سیستم موقعیت‌یاب با ماژول LEA-SS و میکروکنترلر AVR
۱۰۹	برنامه C
۱۱۷	جمع‌بندی
۱۱۸	تمرین

فصل ۳ شتاب سنچ

۱۲۱	۳-۱ مبانی شتاب
۱۲۱	۳-۱-۱ تعریف شتاب
۱۲۲	۳-۱-۲ تکنولوژی MEMS
۱۲۴	۳-۱-۳ کاربرد شتاب‌سنج
۱۲۵	۳-۲ شتاب‌سنج دیجیتال ADXL345
۱۲۵	۳-۲-۱ ویژگی‌ها
۱۲۶	۳-۲-۲ کاربرد‌ها
۱۲۶	۳-۲-۳ توصیف کلی
۱۲۶	۳-۲-۴ مشخصات
۱۲۷	۳-۲-۵ موقعیت و توصیف عملکرد بین‌ها
۱۳۰	۳-۲-۶ تئوری عملکرد
۱۳۰	۳-۲-۷ صرفه‌جویی در توان
۱۳۵	۳-۲-۸ ارتباط سریال
۱۳۶	۳-۲-۹ وقفه‌ها
۱۴۳	۳-۲-۱۰ توصیف FIFO
۱۴۳	۳-۲-۱۱ رجیسترها
۱۵۳	۳-۲-۱۲ اطلاعات کاربردی

۳-۳ ساخت شتاب‌سنج ۳ محوره دیجیتال

۱۶۵	برنامه ۱
۱۶۷	برنامه ۲
۱۷۰	برنامه ۳
۱۷۵	جمع‌بندی
۱۷۷	تمرین

فصل ۴ رطوبت سنچ

۱۷۹	۴-۱ رطوبت
۱۷۹	۴-۱-۱ منشأ بخار آب

۲۸۷ ۲-۷ مبدل آنالوگ به دیجیتال AD7190

۲۸۷ ۱-۲-۷ توصیف کلی

۲۸۷ ۲-۲-۷ کاربردها

۲۸۸ ۳-۲-۷ ویژگی‌ها

۲۸۸ ۴-۲-۷ مشخصات

۲۸۹ ۵-۲-۷ پیکربندی و توصیف عملکرد پین‌ها

۲۸۹ ۶-۲-۷ رجیسترهای داخلی

۲۹۸ ۷-۲-۷ اطلاعات مداری ADC

۳۰۹ ۸-۲-۷ رابط دیجیتال

۳۱۳ ۹-۲-۷ اطلاعات مداری

۳۲۳ ۳-۷ طراحی ترازوی دیجیتال

۳۲۹ برنامه C

۳۳۴ جمع‌بندی

۳۳۴ تمرین

۳۳۵ واژه نامه کلیدی

۳۳۶ منابع

۲۱۸ ۳-۵ اندازه‌گیری دما با سنسور DS18S20

۲۲۱ برنامه ۱

۲۲۵ برنامه ۲

۲۳۲ جمع‌بندی

۲۳۳ تمرین

RFID

فصل ۶

۲۳۵ ۱-۶ سامانه شناسایی با امواج رادیویی

۲۳۵ ۱-۱-۶ معرفی ساده از فناوری RFID

۲۳۶ ۲-۱-۶ معایب فناوری RFID

۲۳۶ ۳-۱-۶ تجهیزات RFID

۲۴۰ ۴-۱-۶ فرکانس کاری RFID

۲۴۲ ۵-۱-۶ کاربردهای RFID

۲۴۵ ۲-۶ مازول کدخوان EM-18

۲۴۵ ۱-۲-۶ پارمترهای فنی

۲۴۶ ۲-۲-۶ فرمت دیتای خروجی

۲۴۷ ۳-۲-۶ راه‌اندازی مازول EM-18

۲۵۱ برنامه C

۲۵۳ ۳-۶ طراحی و ساخت شماره‌گیر هوشمند تلفن

۲۵۸ برنامه C

۲۶۸ جمع‌بندی

۲۶۹ تمرین

لودسل

فصل ۷

۲۷۱ ۱-۷ لودسل

۲۷۱ ۱-۱-۷ تعریف لودسل

۲۷۱ ۲-۱-۷ انواع لودسل

۲۷۱ ۳-۱-۷ استرین گیج

۲۷۳ ۴-۱-۷ خروجی لودسل

۲۷۴ ۵-۱-۷ بدنه لودسل‌ها بر اساس مواد سازنده

۲۷۴ ۶-۱-۷ انواع لودسل بر اساس شکل و کاربرد

۲۸۱ ۷-۱-۷ جاکشن باکس (junction box)

۲۸۳ ۸-۱-۷ استانداردهای لودسل

۲۸۳ ۹-۱-۷ حفاظت از نفوذ (Ingress Protection)

۲۸۴ ۱۰-۱-۷ اصطلاحات مربوط به لودسل

۲۸۵ ۱۱-۱-۷ سیم‌های لودسل