



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی کامپیوتر
گزارش پروژه درس ساختار و زبان کامپیوتر

عنوان:

اندازه گیری و پیش بینی دما و رطوبت

temperature and humidity measurement and
prediction

نگارش

امیر محمد شربتی ناوان، آریا کهنانی، علیرضا منصوری، محمد محمودیه

استاد راهنما

دکتر حسین اسدی

دستیار آموزشی مربوطه

محمد علیزاده

بهمن ۱۴۰۳

چکیده: پروژه‌ای که ما انجام دادیم، در مورد اندازه‌گیری دما و رطوبت محیط است. این پروژه دوم اصلی درس ساختار و زبان کامپیوتر ما می‌باشد. در این پروژه به دلیل برخی محدودیت‌ها تصمیم به پیاده‌سازی مدار بر روی شبیه‌ساز wokwi به جای پیاده‌سازی واقعی سخت‌افزاری گرفته شد. در این گزارش به کارهایی که تیم ما برای انجام این پروژه و نیز چالش‌های رخ داده پرداخته ایم.

۱ مقدمه

در ابتدا کمی در مورد کلیات و مفاهیم مهم این پروژه توضیحاتی را ارائه می‌دهیم.

۱-۱ تعریف مسئله

در این پروژه ابتدا اندازه‌گیری متغیرهای محیطی مثل دما و رطوبت اهمیت دارند. گام بعدی اضافه کردن یک سری جزئیات برای بررسی موارد خطرناک و نشان دادن هشدار به فرد می‌باشد. در سیر تکاملی این پروژه تلاش شد تا مدار بر اساس مقادیر زمان‌های قبلی، پیش‌بینی قابل قبولی از نتایج‌ها ارائه دهد. در نهایت با رسم نمودار مربوط به شاخص‌ها، پروژه تکمیل شد.

۲-۱ اهمیت موضوع

این پروژه یک پروژه معمولی و رایج برای یادگیری مسائل مختلف و کار عملی با آنها است. پروژه از آن جهت اهمیت دارد که دانشجویان را با مسائل مختلفی از جمله کار با برد آردوینو و اتصال اجزای سخت‌افزاری به کدهای نرم‌افزاری آشنا می‌کند.

۳-۱ اهداف پژوهش

هدف از انجام چنین پروژه‌هایی آشنایی و یادگیری مسائل مختلف مطرح شده در درس ساختار و زبان کامپیوتر می‌باشد. این پروژه بیشتر مربوط به بخش‌هایی از درس می‌باشد که با سیستم‌های نهفته در ارتباط بودند. از این رو انجام این پروژه سبب آشنایی بیشتر دانشجویان با سیستم‌های نهفته که یکی از شاخه‌های مهم مهندسی کامپیوتر است می‌شود.

۲ مفاهیم اولیه

در این بخش به معرفی برخی از مفاهیم مهم و نرم افزارها و سخت افزارهای استفاده شده در این پروژه به صورت مختصر می پردازیم.

۱-۲ برد آردوینو

آردوینو (Arduino) یک پلتفرم سخت افزاری و نرم افزاری متن باز است. پلتفرم آردوینو شامل یک میکروکنترلر تک بردی متن باز است که قسمت سخت افزار آردوینو را تشکیل می دهد. علاوه بر این، پلتفرم آردوینو یک IDE که به منظور برنامه نویسی برای بردهای آردوینو طراحی شده است و یک بوت لودر نرم افزاری که بر روی میکروکنترلر بارگذاری می شود را در بر می گیرد. پلتفرم آردوینو به منظور تولید سریع و ساده پروژه های سخت افزاری تعاملی و ساخت وسایلی که با محیط تعامل داشته باشند و البته اهداف آموزشی طراحی شده اند.

برد آردوینو می تواند مقادیر ورودی را از تعداد زیادی سنسور و کلید و... بخواند و بر اساس برنامه ای که درون آن بارگذاری شده است تصمیم بگیرد و خروجی خاصی که می تواند کنترل تعدادی لامپ، موتور و ... را برای شما انجام دهد. آردوینو در سال ۲۰۰۵ به منظور ایجاد راهی ارزان و ساده برای برنامه نویسی اشیایی تعاملی ایجاد شد. آردوینو به همراه یک IDE ساده ارائه می شود که در رایانه های عادی قابل اجرا است که اجازه برنامه نویسی به کمک سی یا سی++ را برای آردوینو می دهد.

۲-۲ شبیه سازهای آردوینو

شبیه سازهای بسیاری هستند که قابلیت شبیه سازی کار برد آردوینو را دارند. در اینجا به دو مورد از مهمترین و با قابلیت ترین آنها اشاره می کنیم:

۱-۲-۲ Proteus

پروتئوس یکی از کارآمدترین و قدرتمندترین شبیه سازها برای این کار است. این به ما اجازه می دهد تا با اجزای واقعی به صورت مجازی کار کنیم و همچنین کنترل دقیقی بر حسگرها، نمایشگرها و هشدارها (LED) به ما می دهد. ما می توانیم دقیقاً آزمایش کنیم که سیستم ما در زمان واقعی

چگونه کار می‌کند.

۲-۲-۲ Wokwi

Wokwi یک شبیه ساز آنلاین آردوینو است که به ما اجازه می‌دهد پروژه های آردوینو را مستقیماً در مرورگر خود طراحی، شبیه سازی و آزمایش کنیم. این یک محیط مجازی را فراهم می‌کند که در آن ما می‌توانیم اجزای مختلفی مانند سنسورها، LED ها، LCD ها و سوئیچ ها را بدون نیاز به سخت افزار فیزیکی متصل کنیم.

به دلیل قابلیت های بیشتر این شبیه ساز، تیم ما به تصمیم به پیاده سازی پروژه با این شبیه ساز گرفت.

۳ گام های انجام شده

در این بخش به تفصیل به کار های انجام شده در این پروژه می‌پردازیم:

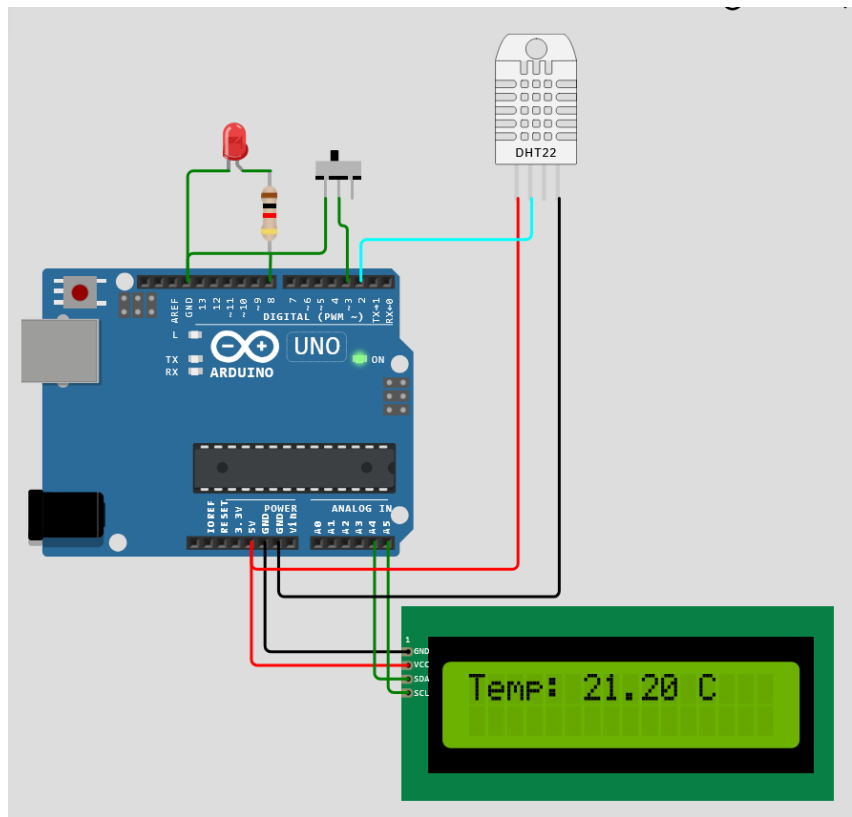
۱-۳ گام اول: پیاده سازی مدار

ابتدا ساده ترین شکل مدار را می‌بندیم. بدین شکل که سنسور دما و رطوبت و نمایشگر که در واقع نمایشگری با دو لاین و ۱۶ کاراکتر در هر لاین می‌باشد را به برد آردوینو وصل می‌کنیم.

سنسور دما و رطوبت : شامل چهار پین ورودی/خروجی می‌باشد. دو پین مربوط به ولتاژ های بالا و پایین و دو پین با نام های SDA که برای اتصال سنسور به مدار استفاده میشود و NC که به جایی وصل نشده است.

نمایشگر: این عنصر هم چهار پین ورودی خروجی دارد. در کنار دو پین VCC و GND، دو پین دیگر دارد: SDA که مربوط به داده است و SCL که مربوط به زمان است. این دو پین به ۴A و ۵A در پین های برد متصل شده‌اند.

در مرحله بعد برای پیاده‌سازی سخت‌افزار در شبیه ساز، LED را برای نشان دادن هشدارهای لازم به مدار وصل می‌کنیم. همچنین کلیدی را برای تغییر وضعیت از حالت پیش بینی به حالت نشان دادن شاخص فعلی اندازه گیری شده در مدار قرار می‌دهیم. بدین ترتیب مدار ما کامل می‌شود.



شکل ۱: مدار کامل شده

۲-۳ گام دوم: برنامه نویسی پایه های پروژه

برای نوشتن قسمت نرم افزاری پروژه ابتدا کتابخانه های لازم برای سنسور و همچنین نمایشگر را به برنامه اضافه می کنیم. با اضافه کردن این کتابخانه ها برنامه ما قابلیت مدیریت عملیات های مختلف مربوط به سنسور اندازه گیری دما و رطوبت و همچنین نمایشگر را داراست.

پس از اضافه کردن کتابخانه های لازم، لازم است در خطوط بعدی یک سری `define` بگذاریم که بیشتر نامی برای یک سری موارد ثابت در بخش سخت افزاری هستند. این کار باعث می شود که مثلاً با تغییر یک پین لازم نباشد که کل مراجع مربوط به آن پین در کد تغییر کند بلکه صرفاً خط مربوط در این بخش تغییر کند.

پس از این ها یک سری متغیرهای `global` تعریف می کنیم. از جمله `boolean` هایی برای نشان دادن دما/رطوبت همچنین برای نشان دادن یا عدم نشان دادن هشدار. در کنار این متغیرها متغیرهایی هم برای زمان تعریف می کنیم تا یک ثانیه یک ثانیه بین نشان دادن رطوبت و دما سوئیچ کنیم و نیز ثوابتی که نشان دهنده بازه زمانی نشان دادن شاخص ها هستند.

کد ما شامل دو تابع اصلی است. در ابتدا تابع `setup` جود دارد که برای مقدار دهی اولیه استفاده

می‌شود: مقدار دهی اولیه برای نمایشگر سنسور و همچنین تنظیم کردن پین‌های متصل به اجزای دیگر. تابع دیگر، loop است. همانطور که از اسم این تابع مشخص است، ملیات‌های موجود در این تابع مکرراً بررسی می‌شوند. در واقع منطق اصلی کد در این بخش وجود دارد. در ابتدا مقادیر اندازه‌گیری شده در متغیرهایی ذخیره می‌شوند. پس از بررسی صحت داده‌ها، موارد اندازه‌گیری شده در جایگاه مناسب در نمایشگر نمایش داده می‌شود. البته کد نهایی بخش‌های بیشتری دارد که در ادامه ذکر می‌شود.

۳-۳ گام سوم: اضافه کردن جزئیات

پس از پیاده سازی مراحل اولیه در قسمت نرم‌افزاری، وارد جزئیات بیشتری می‌شویم: یکی از مواردی که باید پیاده سازی شود این است که شروطی را در نرم‌افزار بررسی کرده و با تطبیق این شروط با محیط پیرامون فرمان‌هایی را به برد ارسال کنیم. مثلاً شرطی که ما بررسی می‌کنیم مربوط به دماست. بدین ترتیب اگر دما بزرگتر از ۵۰ درجه باشد این شرط در قسمت نرم‌افزاری بررسی می‌شود تا اگر درست باشد، پیام‌های لازم به قسمت سخت‌افزاری ارسال شود تا هشدار لازم به کاربر نشان داده شود. همچنین LED نیز به عنوان نشانه‌ای از هشدار روشن می‌شود. بدین ترتیب موفق شدیم قابلیت تعامل بین سخت‌افزار و نرم‌افزار را در این پروژه توسعه دهیم.

پس از انجام این کار متوجه شدیم که نباید بررسی شرط را در قسمت کد برد انجام میدادیم، بلکه باید در قسمت اسکریپت پایتونی که برای تعامل بین نرم‌افزار و سخت‌افزار پیاده سازی شد (در ادامه هم در این مورد توضیح داده شده است)، این شروط بررسی شوند. بنابراین ابتدا دیتا از سمت کد برد به اسکریپت پایتون فرستاده می‌شود، سپس شروط لازم در سمت پایتون بررسی می‌شوند و در نهایت اگر این شروط درست باشند، اخطار لازم به کد سمت برد ارسال و در نمایشگر نمایش داده می‌شود.

یکی دیگر از جزئیات انجام این پروژه تغییر نمایش بین رطوبت و دما در هر یک ثانیه است. همچنین هشداری که نمایشگر نشان می‌دهد باید هر ۴ ثانیه ۴ ثانیه باشد. پیاده سازی این بخش‌ها و بررسی شروط منجر به پیچیدگی در قسمت نرم‌افزاری شده است.

۴-۳ گام چهارم: پیش بینی شاخص ها

یکی از بخش های مهم پروژه مربوط به پیاده سازی این قابلیت است که مدار بتواند پیش بینی دمای آینده را نشان دهد. همانطور که توضیح داده شد در قسمت سخت افزاری کلیدی برای این منظور قرار داده شده است تا با روشن و خاموش کردن آن وضعیت نمایشگر بین پیش بینی و نشان دادن شاخص های فعلی تغییر کند. ما در قسمت نرم افزاری نیازمند انجام کارهای بیشتری هستیم.

یکی از مواردی که باید در کد بررسی شود چک کردن وضعیت سوئیچ است تا با روشن و خاموش بودن آن وضعیت نمایشگر تغییر کند. مورد بعدی که برای پیش بینی لازم است جمع آوری داده های زمان های قبلی است. بدین ترتیب که می توان داده های مثلاً ۱۵ یا ۳۰ ثانیه قبل را در آرایه ای چرخشی قرار داد و با سوار کردن معادله ای درجه ۲ بر اساس این اعداد (مثلاً این سه عدد می تواند میانگین یک سوم اول یک سوم دوم و یک سوم سوم آرایه ای که داده های ما را نگه می دارد باشند) پیش بینی معقولی از دما و رطوبت آینده به دست آورد.

۵-۳ گام پنجم: رسم نمودار

سخت ترین بخش پروژه مربوط به رسم نمودار است. با توجه به اینکه ما از شبیه ساز آنلاین wokwi استفاده کردیم و در اینجا قابلیت رسم نمودار به شکل خوب وجود ندارد، به خاطر رسم نمودار مجبور شدیم در آخرین مرحله انجام پروژه، پروژه رو به صورت local انجام دهیم. برای رسم نمودار اسکریپتی در زبان پایتون زده شد که دیتا را از پورت مورد نظر دریافت کرده و با استفاده از کتابخانه matplotlib نمودار این شاخص ها را به صورت جدا بر حسب زمان به صورت واضح و مشخص رسم می کند. البته در استفاده از wokwi به صورت آنلاین هم با ترمینال موجود می شد نموداری را دید اما این نمودار اصلاً خوب نبود. بدین ترتیب با فرستادن اطلاعات از سمت نرم افزار مربوط به برد به قسمت اسکریپت پایتون می توان نمودار مربوط به شاخص ها را بر حسب زمان به شکلی درست رسم کرد.

۴ چالش های پروژه

چالش اصلی پروژه مربوط به رسم نمودار بود. تا قبل از رسیدن به بخش های پایانی پروژه یعنی بخش های مربوط به پیش بینی و رسم نمودار با چالش خاصی روبرو نبودیم. اما این دو بخش به خصوص بخش مربوط به رسم نمودار بسیار چالش برانگیز بودند:

در قسمت مربوط به پیش بینی مشکل اصلی این بود که معادله درجه ۲ باید دقیقاً بر کدام سه عدد سوار شود. یک ایده نگه داشتن اطلاعات ۶۰ ثانیه قبلی و سوار کردن معادله بر ثانیه صفر منفی ۳۰ و منفی ۶۰ بود که این منفی بیانگر زمان قبل است. ایده دیگر نگه داشتن اعداد در بازه زمانی نزدیکتر یعنی مثلاً ۱۵ ثانیه یا ۱۰ ثانیه آخر بود. سه عدد هم می توانست میانگین هر یک سوم یک سوم از نقاط باشد. پس از حل این چالش به راحتی می توان معادله درجه ۲ گذرنده از این سه را به نحوی درست و به آسانی پیدا کرد و پیش بینی درستی از شاخص های آینده ارائه داد.

همانطور که ذکر شد چالش اصلی و بزرگ این پروژه مربوط به رسم نمودار داده ها می باشد. زیرا ما تا قبل از رسیدن به ترسیم نمودار صرفاً از wokwi آنلاین استفاده می کردیم اما چون در اینجا قابلیت رسم نمودار به طور واضح نبود با چالش بزرگی مواجه شدیم. بنابراین مجبور شدیم توسعه پروژه را در VScode و با نصب اکستنشن های platformIO و wokwi پیش ببریم. زیرا ارسال اطلاعات از سمت کدی که در سرور وجود دارد به اسکریپت پایتونی که در pc ما وجود دارد امکان پذیر نبود. نصب تک تک dependency ها کاری وقت گیر بود، حتی ران کردن برنامه در این محیط نیز بسیار پیچیده تر از زدن صرفاً یک دکمه در حالت قبل بود. چالش اصلی ارسال اطلاعات از سمت نرم افزار مربوط به برد به اسکریپت پایتون بود بدین شکل که با تعریف پورت های مورد نظر و پیاده سازی کد ها و همچنین انجام کارهای مشابه برای گرفتن اطلاعات در قسمت اسکریپت پایتون کافی نبود و ما برای انتقال دیتا بین این دو با چالش مواجه شدیم. در نتیجه نموداری که اسکریپت پایتون نشان می داد صرفاً یک نمودار خالی بود. خلاصه که اگر این چالش نبود انجام پروژه حدود یک روز و نیم زودتر به پایان می رسید.

در نهایت هم همانطور که در قسمت جزئیات نرم افزاری (بخش ۳-۳) ذکر شد متوجه شدیم که شروط خاص باید در قسمت اسکریپت پایتون بررسی شوند که این هم با توجه به برقراری ارتباطی که برای رسم نمودار صورت گرفته بود، دشوار نبود.