



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس برنامه‌نویسی تجهیزات اینترنت اشیا

پروژه پایانی

پیاده‌سازی دستیار هوشمند خانه با اتصال وای‌فای و کنترل از راه دور با استفاده از ماژول ESP32-CAM

استاد درس: دکتر علی بهلولی

دستیاران آموزشی درس: کیانوش ودائی، ملیکا شیریان

دیماه ۱۴۰۳

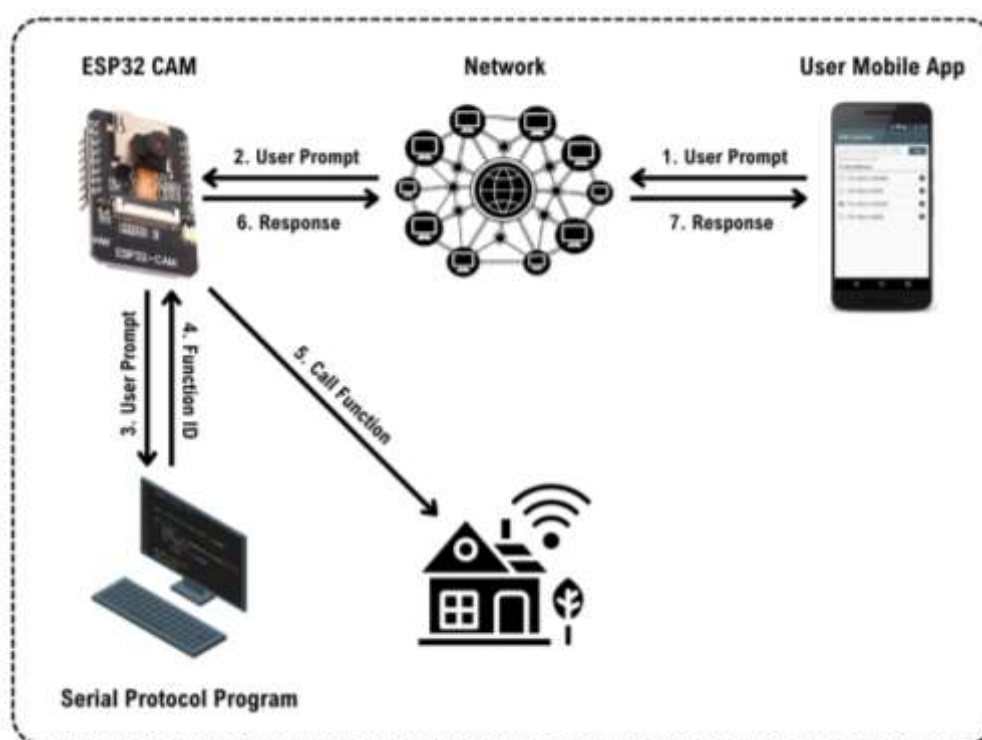
۱-هدف پروژه

در این پروژه قصد داریم یک نسخه‌ی کوچک‌شده از یک دستیار هوشمند خانه بسازیم!

هدف پروژه این است که توسط یک ماژول وای‌فای کاربر در یک شبکه‌ی محلی یا از راه دور (از طریق اینترنت) به ماژول متصل شود و با نوشتن یک جمله در تلفن همراه خود، به صورت هوشمند بخش‌های مختلف خانه را کنترل کند.

به طور مثال در پاسخ به دستور "پارکینگ خیلی تاریک است و نمی‌توان چیزی را دید" Led مربوط به پارکینگ روی بورد روشن شود.

شکل ۱، نمای کلی عملکرد پروژه را نشان می‌دهد. در این سیستم، دستورات کاربر از طریق شبکه به یک برد مجهز به ماژول وای‌فای، مانند ESP32-CAM، ارسال می‌شود. برد پس از دریافت دستور، با استفاده از یک برنامه (به عنوان مثال، برنامه‌ای که با پایتون نوشته شده) و پروتکل سریال، آن را پردازش می‌کند. سپس بر اساس محتوای دستور، تابع مرتبط شناسایی شده و اجرا می‌شود و در نهایت نتیجه عملکرد به کاربر گزارش داده می‌شود.



شکل ۱: بلوک دیاگرام عملکرد پروژه

در این پروژه می‌توان از عملکرد مازول وای‌فای در حالت Station یا Access Point استفاده شود.

۲- حالت عملکردی Station

در این حالت عملکردی، مازول به عنوان یک Station عمل می‌کند (STA) و به یک اکسس پوینت متصل می‌شود و بقیه دیوایس‌ها میتوانند از طریق آن اکسس پوینت با مازول وای‌فای ارتباط داشته باشند. در شکل ۱، نحوه اتصال به مازول وای‌فای در حالت عملکردی Station، نمایش داده شده است.



شکل ۲: عملکرد مازول وای‌فای، در حالت Station

۲-۱ راه‌های دسترسی به مازول از طریق اینترنت

برای دسترسی به مازول از راه دور، دو روش کلی وجود دارد. روش اول: داشتن یک IP Valid، روش دوم: از طریق یک سرور واسطه (که دارای IP Valid هست)

۲-۱-۱ دسترسی به مازول به صورت مستقیم با استفاده از IP Valid

مودم ADSL که از طریق آن به اینترنت متصل هستید دارای یک IP Valid هست که با آن IP در شبکه اینترنت، موجودیت پیدا می‌کند. ولی با توجه به اینکه این آی پی ثابت نیست و به صورت پویا توسط ISP شما تخصیص داده میشود، لذا برای طولانی مدت نمیشود از آن استفاده کرد. برای حل این مشکل دو راه حل وجود دارد:

راه حل اول: آی پی استاتیک (در این راه حل، با پرداخت یک هزینه سالیانه به ISP میتوان درخواست کرد که IP تخصیص داده به شما، تغییر نکند)

راه حل دوم: استفاده از Dynamic DNS. یک نام نمادین به مودم شما تخصیص پیدا کند و برنامه ای روی کامپیوتر شما باشد که هر از مدتی آدرس IP تخصیص یافته به شما را به DNS Server ارسال کند و جدول آن را آپدیت کند.

۲-۱-۲ دسترسی به مازول به صورت غیرمستقیم

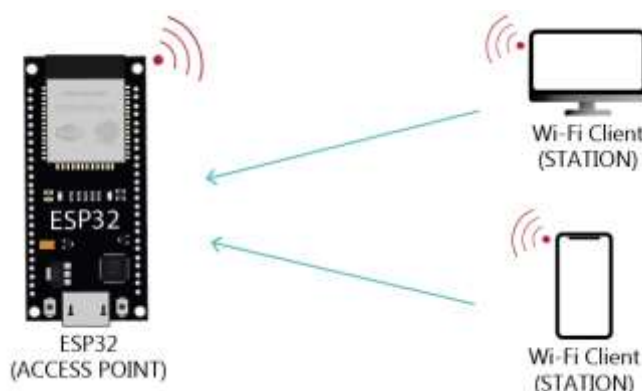
در این روش، با استفاده از یک سرور به عنوان واسطه می‌توان به صورت غیر مستقیم با مازول ارتباط برقرار کرد. کاربر به جای وارد کردن آدرس (آی پی) مازول، آدرس سرور را وارد می‌کند و اطلاعات را برای آن سرور ارسال می‌کند. مازول وای‌فای هم به صورت متناوب به آن سرور دسترسی پیدا می‌کند و آخرین اطلاعات ثبت شده در آن را دریافت می‌کند. برای پیاده سازی این کار هم دو راه حل وجود دارد:

راه حل اول: استفاده از سایت‌هایی نظیر ngrok که یک سرور آماده مخصوص این کار می‌باشد و نیازی به اینکه شما برنامه نویسی سمت سرور داشته باشید نیست. یک زیر دامین به شما اختصاص می‌دهد و با وارد کردن آن زیر دامین در مرورگر خود، شما را به مازول متصل می‌کند و سرور واسطه برای شما مخفی است

راه حل دوم: خودتون یک سرور راه اندازی کنید و به واسطه آن این عملیات را انجام دهید

۳- حالت عملکردی نقطه دسترسی (Access Point)

در این حالت، مازول به عنوان یک نقطه دسترسی (Access Point) مستقل عمل می‌کند. دستگاه‌های دیگر می‌توانند به طور مستقیم به این نقطه دسترسی متصل شوند و نیازی به وجود یک اکسس پوینت جداگانه نیست. این حالت برای ایجاد شبکه‌های محلی کوچک و متمرکز بسیار مناسب است. شکل ۲، نمای کلی از نحوه اتصال دستگاه‌ها به مازول وای فای در حالت عملکردی محلی را نشان می‌دهد.



شکل ۳: عملکرد مازول وای فای، در حالت Access Point

۳-۱ راه‌های دسترسی به مازول از طریق شبکه محلی

برای دسترسی به مازول از طریق شبکه‌ی محلی، دو روش کلی وجود دارد. روش اول: استفاده از نرم‌افزار WiFi Controller، روش دوم: از طریق ارسال درخواست مستقیم HTTP به مازول

۳-۱-۱ دسترسی به مازول به صورت محلی با استفاده از نرم‌افزار WiFi Controller

برای این کار ابتدا نرم‌افزار WiFi Controller را از طریق [Play Store](#) یا به صورت مستقیم روی یک گوشی اندرویدی نصب کنید. نام و تصویر نرم‌افزار در شکل ۳ آورده شده است.



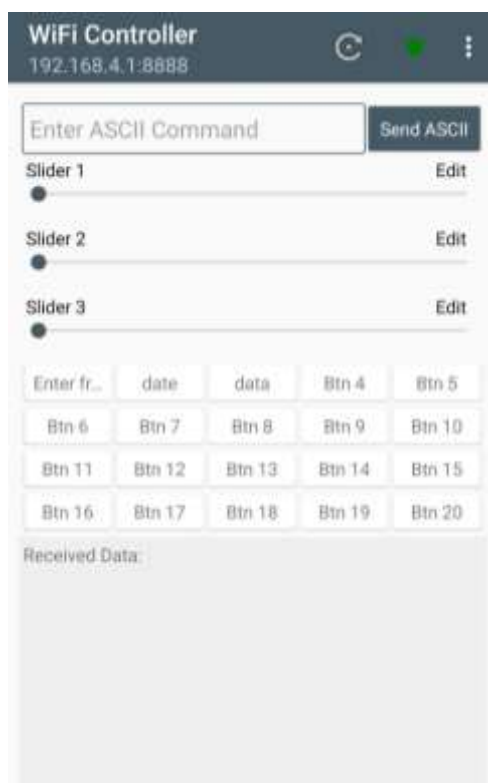
شکل ۴: نرم‌افزار WiFi Controller ESP8266

سپس IP مازول و یک پورت مشخص را در نرم افزار اضافه کنید. دقت کنید پورت مشخص شده باید در کد مازول نیز یکسان باشد. شکل ۴، نمای کلی نرم افزار را نشان می دهد.



شکل ۵

اکنون با انتخاب IP اضافه شده وارد صفحه نمایش داده شده در شکل ۵ می شوید.



شکل ۶

از طریق باکس Enter ASCII Command می‌توانید داده‌های متنی را به ماژول ارسال کنید. همچنین از طریق Slider می‌توانید مقادیر Analog را به ماژول ارسال کنید. از طریق کلیدهای تعریف شده نیز می‌توانید مقادیر تک کاراکتری یا اعداد HEX یا هر داده‌ی متنی را به مدل ارسال کنید. سپس با هر بار کلیک روی کلید مشخص شده می‌توانید داده‌ی تعیین شده را به ماژول ارسال کنید.

برای تغییر تنظیمات هر کلید کافی است انگشت خود را روی آن کلید نگه دارید تا پنجره‌ی جدیدی برای شما باز شود. تصویر این پنجره در شکل ۶ نمایش داده شده است.

شکل ۷

پیشنهاد می‌شود برای تنظیمات هر دکمه یک کاراکتر مخصوص قرار دهید و در ماژول کاراکتر دریافت شده را بررسی کنید. چرا که در ارسال داده ممکن است گاهی کاراکتری تغییر کند.

در نهایت پنجره‌ی Received Data داده‌هایی که از ماژول دریافت شده‌اند را نمایش می‌دهد.

۲-۱-۳ دسترسی به ماژول به صورت محلی با استفاده از ارسال درخواست مستقیم HTTP به ماژول برای این کار کافی است پورت سرور را در ماژول ۸۰ قرار دهید و با استفاده از پروتکل‌هایی مانند telnet و... یک بسته‌ی HTTP را به ماژول ارسال کنید.

راهنمایی: می‌توانید از کد html زیر استفاده کنید:

```
<html>
<form action="" method="get" class="form-example">
  <label for="prompt">Enter your prompt: </label>
  <input type="text" name="prompt" id="prompt" required><br><br>
  <input type="submit" value="Send">
</form>
</html>
```

نتیجه اجرای کد فوق در مرورگر، به صورت زیر خواهد شد:

Enter your prompt:

شکل ۸

در صورتیکه دکمه Send را بزنید، در قسمت آدرس، URL به صورت زیر خواهد بود:

?prompt=Hello

۴- API مدل‌های زبانی OpenAI

برای این بخش باید از پلتفرم AvalAI استفاده کنید. این پلتفرم با هزینه‌ی اندک امکان استفاده از API مدل‌های زبانی OpenAI را به کاربران می‌دهد.

۴-۱ تنظیمات اولیه AvalAI

برای این کار ابتدا وارد سایت avalai.ir شوید و در تب پلتفرم توسعه‌دهندگان ثبت‌نام کنید. حال لازم است در تب مالی، در بخش اعتبار حساب خود را شارژ کنید. برای انجام این پروژه مبلغ ۲۰ هزار تومان کافی است.

سپس در تب کلیدهای API، روی ساخت کلید جدید کلیک کنید و با انتخاب یک نام یک کلید جدید برای خود بسازید. دقت کنید این کلید فقط یک بار نمایش داده می‌شود پس آن را در جایی یادداشت کنید.

۴-۲ استفاده از API

برای استفاده از API در این پلتفرم روش‌ها و زبان‌های متفاوتی مانند Python، C#، و JavaScript وجود دارد که می‌توانید از طریق [این لینک](#) تمامی آن‌ها را مطالعه کنید. در اینجا به توضیح کد در زبان پایتون می‌پردازیم.

ابتدا لازم است کتابخانه‌های زیر را در سیستم خود نصب کنید:

```
pip install -U openai
pip install -U langchain
pip install -U langchain_openai
```

سپس در کد زیر کلید API خود را در پارامتر `api_key` قرار دهید.

```
from langchain_openai import ChatOpenAI

llm = ChatOpenAI(
    model="gpt-3.5-turbo ",
    base_url="https://api.avalai.ir/v1",
    api_key="aa-*****"
)
result = llm.invoke("hi")
print(result.content)
```

اکنون مدل زبانی آماده است و توسط تابع `invoke` می‌توانید پیامی به مدل ارسال کنید و پاسخ را در `result` دریافت کنید.

۳-۴ ساختار دیکشنری پیام

برای اینکه بتوانید به درستی از مدل پاسخ بگیرید، لازم است از دیکشنری پیام استفاده کنید. در این ساختمان داده، دو نقش اصلی تعریف شده‌است: سیستم و کاربر.

نقش سیستم شخصیت مدل و قوانین کلی را بیان می‌کند. به طور مثال در این بخش شما باید تمام توابعی که لازم است مدل صدا بزند را تعریف کنید. این توابع در ادامه به طور کامل توضیح داده شده‌اند.

نقش کاربر حاوی پرامپتی است که انتظار دارید مدل بر اساس آن یک تابع را فراخوانی کند.

در کد زیر نمونه‌ای از این دیکشنری آورده شده است. دقت کنید باید تمامی موارد به صورت اصولی و کامل در دیکشنری توضیح داده شوند. برای ساختن این دیکشنری می‌توانید توضیحات خود را به ChatGPT بدهید و درخواست کنید تا این دیکشنری را با در نظر گرفتن اصول مهندسی پرامپت برای شما بنویسد.


```

message = [
    {
        "role": "system",
        "content": """"You are an assistant for an IoT system that
controls LED lights. Based on the user's prompt, you must decide which
function to call for controlling the lights.
The function options are:
A: turning on the light number 1,
B: turning off the light number 1,
C: turning on the light number 2,
D: turning off the light number 2,
E: turning on the light number 3,
F: turning off the light number 3.
You must only respond with a single character (A, B, C, D, E, or F)
corresponding to the function. DO NOT add any other information or
text.""",
    },
    {
        "role": "user",
        "content": "The second room has too much light; it doesn't feel
right."
    },
]
result = llm.invoke(message)
print(result.content)

```

در این مثال پاسخ مدل D خواهد بود.

شما می‌توانید پرامپت نقش کاربر را به زبان فارسی نیز به مدل ارسال کنید اما پرامپت نقش سیستم بهتر است انگلیسی باشد.

```

{
    "role": "user",
    "content": "اتاق شماره سه خیلی تاریک، یکم روشن‌تر باید باشه"
},

```

۴-۴ استفاده از API پلتفرم AvalAI در این پروژه

برای استفاده از کدهای گفته‌شده در این بخش شما لازم است توسط کتابخانه‌ی Serial در یکی از زبان‌هایی که پلتفرم AvalAI پشتیبانی می‌کند (پایتون پیشنهاد می‌شود)، به پورت مربوط به برد خود متصل شوید، سپس داده دریافت شده توسط برد را با پروتکل سریال به کد سریال فرستاده، آن را توسط مدل زبانی پردازش کنید و نتیجه را به برد برگردانید.

مراحل انجام پروژه

- ۱- ابتدا دو LED برد ESP32-CAM (پایه ۳۳ و ۴) را در نظر بگیرید. LEDها به شکل زیر مرتبط با بخش‌های مختلفی از خانه هستند:
 - a. LED پایه ۳۳: آشپزخانه
 - b. LED پایه ۴: اتاق
- ۲- سپس با یکی از روش‌های توضیح داده شده توسط ماژول وای فای، دسترسی مرتبط با روشن یا خاموش شدن یکی از بخش‌های خانه را به برد ارسال کنید.
- ۳- پس از ارسال دستور، برد باید دستور دریافت شده را توسط پروتکل سریال به یک برنامه در سیستم شما ارسال کند.
- ۴- برنامه دستور را توسط پروتکل سریال دریافت کرده، آن را به وسیله API مدل زبانی پردازش می‌کند و کاراکتر مربوط به تابع فراخوانی شده را به برد توسط پروتکل سریال برمی‌گرداند.
- ۵- برد، کاراکتر را دریافت کرده و بر اساس آن LED مرتبط با دستور داده شده را روشن یا خاموش می‌کند.
- ۶- از طریق شبکه و برد به کاربر اعلام می‌شود چراغ کدام بخش خاموش یا روشن شد! به طور مثال اگر دستور کاربر، "اتاق بسیار تاریک است و نیاز به کمی نور است" باشد، باید چراغ پایه ۴ روشن شود!
- ۷- اختیاری: با استفاده از یک ماژول رله، یک وسیله منزل را از طریق اینترنت خاموش یا روشن نمایید.

نمونه ماژول رله

- ۸- اختیاری: با هر دستور بیش از یک LED روشن یا خاموش بشوند!
- ۹- اختیاری: دریافت فرمان از طریق تلگرام