PORTABLE WEATHER STATION WITH ESP32: REAL-TIME TEMPERATURE HUMIDITY AND RAIN DROP SENSOR MONITORING USING OLED DISPLAY

محطة الطقس المحمولة (ESP32) مع مراقبة درجة الحرارة والرطوبة وقطرات المطر في الوقت الفعلي باستخدام شاشة OLED

Mohammed A.M.K AL-Aimiri
Master Student at School of Computer Application Lovely Professional University Phagwara, India

Marwan Farhan Saif Al-Kamali
PhD, Associate Professor, Department of Industrial Electronics, Sukhoi State Technical University

Scientific Supervisor — المشرف العلمي

محمد عبدالباسط محمد كامل الأميري
طالب ماجستير في كلية تطبيقات الحاسوب، جامعة لوفلي بروفيشنال، فاغوارا، الهند

د.م. مروان فرحان سيف الكمالي
أستاذ مشارك في قسم الإلكترونيات الصناعية بجامعة سخوي الحكومية التقنية – بيلاروسيا

Abstract: *This mini report presents the design and implementation of a portable weather station utilizing the ESP32 microcontroller for real-time monitoring of environmental parameters, specifically temperature, humidity, and rainfall. The system incorporates various sensors and an OLED display for data visualization, providing users with immediate access to weather conditions. The low-power capabilities of the ESP32, combined with its Wi-Fi connectivity, enable remote data access and logging, making this weather station an effective tool for both enthusiasts and professionals in meteorology.*

Keywords: *OLED, data visualization, Wi-Fi connectivity, portable weather station*

الخلاصة : يقدم هذا التقرير المصغر تصميم وتنفيذ محطة أرصاد جوية محمولة تستخدم متحكم ESP32 لمراقبة المعلمات البيئية في الوقت الفعلي، وخاصة درجة الحرارة والرطوبة وهطول الأمطار. يشتمل النظام على أجهزة استشعار مختلفة وشاشة OLED لتصور البيانات، مما يوفر للمستخدمين إمكانية الوصول الفوري إلى الظروف الجوية. تتيح قدرات ESP32 منخفضة الطاقة، جنبًا إلى جنب مع اتصال Wi-Fi، الوصول إلى البيانات وتسجيلها عن بُعد، مما يجعل محطة الأرصاد الجوية هذه أداة فعالة لكل من المتحمسين والمحترفين في مجال الأرصاد الجوية.

الكلمات المفتاحية : OLED، وتصور البيانات، والاتصال بشبكة Wi-Fi، ومحطة الطقس المحمولة

Introduction

Weather monitoring is crucial for various applications, including agriculture, disaster management, and environmental studies. Traditional weather stations can be costly and complex; hence, there is a growing interest in developing affordable and portable solutions. This study details the creation of a compact weather station using the ESP32 microcontroller, which offers the advantages of low cost, ease of use, and real-time data display.

المقدمة

إن مراقبة الطقس أمر بالغ الأهمية للعديد من التطبيقات، بما في ذلك الزراعة وإدارة الكوارث والدراسات البيئية. وقد تكون محطات الطقس التقليدية مكلفة ومعقدة؛ وبالتالي، هناك اهتمام متزايد بتطوير حلول ميسورة التكلفة وقابلة للحمل. وتوضح هذه الدراسة إنشاء محطة أرصاد جوية مدمجة باستخدام متحكم ESP32، الذي يوفر مزايا التكلفة المنخفضة وسهولة الاستخدام وعرض البيانات في الوقت الفعلي.

Results and discussion

The portable weather station comprises the following key components:

- ESP32 Microcontroller: Serves as the main processing unit, providing Wi-Fi and Bluetooth capabilities.
- DHT22 Sensor: Measures temperature and humidity levels with high accuracy.
- YL-83 Rain Sensor: Detects rainfall presence and intensity.
- OLED Display (0.96 inches): Displays real-time readings of temperature, humidity, and rain status.
- Power Supply: A rechargeable lithium battery ensures portability.

The circuit design connects the sensors and the OLED display to the ESP32. The DHT22 sensor requires a digital pin for data communication, while the rain sensor uses an analog pin to measure rainfall intensity. The OLED display communicates with the ESP32 via I2C protocol, simplifying wiring and reducing pin usage. The software for the weather station was developed using the Arduino IDE. The key steps include:

- Library Installation: Required libraries for the DHT22 sensor and OLED display were installed.
- Sensor Initialization: The code initializes the sensors and OLED display during the setup phase.
- Data Acquisition: In the loop function, the microcontroller reads data from the DHT22 and rain sensor at regular intervals.
- Data Display: The acquired data is then displayed on the OLED screen, updating in real time.

To enable remote monitoring, the ESP32 was programmed to transmit data via Wi-Fi to a web server, allowing users to access real-time weather information from any internet-enabled device. A simple web interface was created to visualize the data over time, facilitating better analysis of environmental conditions.

النتائج والمناقشة

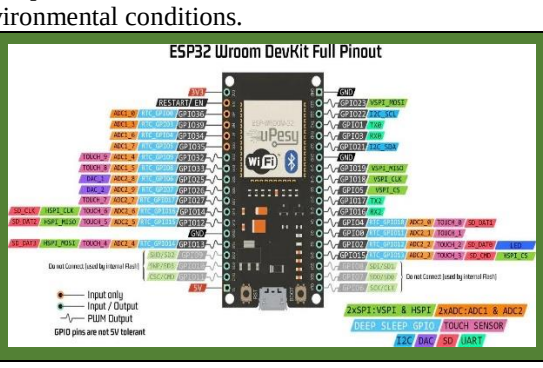
تتكون محطة الطقس المحمولة من المكونات الرئيسية التالية:

- متحكم ESP32: يعمل كوحدة معالجة رئيسية، ويوفر إمكانيات Wi-Fi وBluetooth.
- مستشعر DHT22: يقيس مستويات درجة الحرارة والرطوبة بدقة عالية.
- مستشعر المطر YL-83: يكتشف وجود هطول الأمطار وكثافتها.
- شاشة OLED (0.96 بوصة): تعرض قراءات في الوقت الفعلي لدرجة الحرارة والرطوبة وحالة المطر.
- مصدر الطاقة: تضمن بطارية الليثيوم القابلة لإعادة الشحن إمكانية النقل.

يربط تصميم الدائرة بين المستشعرات وشاشة OLED وESP32. يتطلب مستشعر DHT22 دبوسًا رقميًا لاتصالات البيانات، بينما يستخدم مستشعر المطر دبوسًا تناظريًا لقياس كثافة هطول الأمطار. تتواصل شاشة OLED مع ESP32 عبر بروتوكول I2C، مما يبسط التوصيل ويقلل من استخدام الدبوس. تم تطوير برنامج محطة الطقس باستخدام Arduino IDE. تتضمن الخطوات الرئيسية:

- تثبيت المكتبة: تم تثبيت المكتبات المطلوبة لمستشعر DHT22 وشاشة OLED.
- تهيئة المستشعر: يقوم الكود بتهيئة المستشعرات وشاشة OLED أثناء مرحلة الإعداد.
- اكتساب البيانات: في وظيفة الحلقة، يقرأ المتحكم الدقيق البيانات من DHT22 ومستشعر المطر على فترات منتظمة.
- عرض البيانات: ثم يتم عرض البيانات المكتسبة على شاشة OLED، وتحديثها في الوقت الفعلي.

لتمكين المراقبة عن بعد، تم برمجة ESP32 لنقل البيانات عبر Wi-Fi إلى خادم الويب، مما يسمح للمستخدمين بالوصول إلى معلومات الطقس في الوقت الفعلي من أي جهاز متصل بالإنترنت. تم إنشاء واجهة ويب بسيطة لتصور البيانات بمرور الوقت، مما يسهل تحليل الظروف البيئية بشكل أفضل.



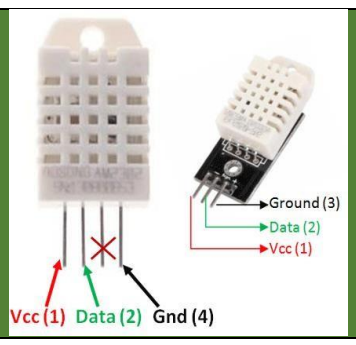


Fig 1- Components of a portable weather station to monitor temperature, humidity and raindrops in real time using the system's ESP32 microcontroller [1-3]

الشكل 1- مكونات محطة الطقس المحمولة لمراقبة درجة الحرارة والرطوبة وقطرات المطر في الوقت الفعلي باستخدام متحكم ESP32 الخاص بالنظام [1-3]

The weather station successfully measured temperature within a range of -40°C to 80°C with an accuracy of ±0.5°C, and humidity levels from 0% to 100% with an accuracy of ±2%. The YL-83 rain sensor reliably detected rainfall, indicating wet or dry conditions based on its calibration. The OLED display provided a clear visualization of the current temperature, humidity, and rainfall status. The data was updated every 2 seconds, ensuring that users received timely information about their environment. The web interface allowed users to monitor weather conditions remotely. Data logging features enabled users to track historical weather patterns, facilitating long-term studies and analyses. The portable weather station effectively demonstrates the capabilities of the ESP32 microcontroller in environmental monitoring applications. Its compact design and wireless capabilities make it an ideal choice for outdoor enthusiasts and researchers. The integration of real-time data display and remote access enhances usability, allowing users to make informed decisions based on current weather conditions. While the system performed well in controlled environments, variations in sensor accuracy under extreme weather conditions may require further calibration. Additionally, the reliance on Wi-Fi limits the device's usability in remote areas without internet access.

نجحت محطة الطقس في قياس درجة الحرارة بنجاح ضمن نطاق من -40 درجة مئوية إلى 80 درجة مئوية بدقة ±0.5 درجة مئوية، ومستويات الرطوبة من 0% إلى 100% بدقة ±2%. اكتشف مستشعر المطر YL-83 هطول الأمطار بشكل موثوق، مما يشير إلى الظروف الرطبة أو الجافة بناءً على معايرته. قدمت شاشة OLED تصورًا واضحًا لدرجة الحرارة والرطوبة وحالة هطول الأمطار الحالية. تم تحديث البيانات كل ثانيتين، مما يضمن حصول المستخدمين على معلومات في الوقت المناسب حول بيئتهم. سمحت واجهة الويب للمستخدمين بمراقبة الظروف الجوية عن بُعد. مكنت ميزات تسجيل البيانات المستخدمين من تتبع أنماط الطقس التاريخية، مما يسهل الدراسات والتحليلات طويلة الأجل. توضح محطة الطقس المحمولة بشكل فعال قدرات متحكم ESP32 في تطبيقات مراقبة البيئة. يجعل تصميمها المدمج وقدراتها اللاسلكية خيارًا مثاليًا لعشاق الهواء الطلق والباحثين. يعزز دمج عرض البيانات في الوقت الفعلي والوصول عن بُعد من قابلية الاستخدام، مما يسمح للمستخدمين باتخاذ قرارات مستنيرة بناءً على الظروف الجوية الحالية. ورغم أن أداء النظام كان جيدًا في البيئات الخاضعة للرقابة، فإن الاختلافات في دقة المستشعر في ظل الظروف الجوية القاسية قد تتطلب مزيدًا من المعايرة. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاعتماد على شبكة Wi-Fi يحد من إمكانية استخدام الجهاز في المناطق النائية التي لا تتوفر فيها إمكانية الوصول إلى الإنترنت.

Conclusion

The portable weather station built with the ESP32 microcontroller effectively monitors temperature, humidity, and rainfall in real time. Its user-friendly design, combined with OLED display capabilities and remote data access, makes it a valuable tool for both personal and professional use in meteorological applications. The project illustrates the potential for low-cost, portable weather monitoring systems in enhancing our understanding of environmental conditions.

الخاتمة

إن محطة الطقس المحمولة التي تم بناؤها باستخدام متحكم ESP32 تراقب بفعالية درجة الحرارة والرطوبة وهطول الأمطار في الوقت الفعلي. إن تصميمها سهل الاستخدام، إلى جانب إمكانيات شاشة OLED والوصول إلى البيانات عن بعد، يجعلها أداة قيمة للاستخدام الشخصي والمهني في التطبيقات الجوية. ويوضح المشروع الإمكانات التي تتمتع بها أنظمة مراقبة الطقس المحمولة منخفضة التكلفة في تعزيز فهمنا للظروف البيئية.

Literature المراجع والمصادر

1. Espressif Systems. (2020). ESP32 Technical Reference Manual. Retrieved from https://www.esp32.com
2. Adafruit. (2019). 0.96" OLED Display. Retrieved from https://learn.adafruit.com/adafruit-oled-display-ssd1306
3. YL-83 Rain Sensor. (n.d.). Datasheet. Retrieved from https://www.electronicwings.com/sensors/yl-83-rain-water-sensor