SMART PORTABLE WEATHER STATION

محطة الأرصاد الجوية الذكية المحمولة

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

Abstract: *This study mainly focuses on the development of a model weather station to measure weather data: temperature, relative humidity, atmospheric pressure, wind direction, speed, and rainfall. This type of weather station has been designed to perform unmanned measurement of weather data. The measured date wirelessly transmits to the remote station for logging and display the information to different smart gadgets. This wireless connectivity has been planned using Wi-Fi connections which establishes mesh network for reliable data communication. Furthermore, our consistent outputs do help for the dwellers to take necessary precautions.*

Keywords: *Index Terms—Smart Weather Monitoring, ESP32 Microcontroller, Remote Weather Monitoring, Weather Data Analysis.*

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

الخلاصة : تركز هذه الدراسة بشكل رئيسي على تطوير محطة أرصاد جوية نموذجية لقياس بيانات الطقس: درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والضغط الجوي، واتجاه الرياح، وسرعتها، وهطول الأمطار. صُمم هذا النوع من محطات الأرصاد الجوية لإجراء قياسات جوية آلية. تُنقل البيانات المقاسة لاسلكيًا إلى المحطة البعيدة لتسجيلها وعرضها على مختلف الأجهزة الذكية. وقد خُطط لهذا الاتصال اللاسلكي باستخدام اتصالات واي فاي، مما يُنشئ شبكة شبكية لنقل بيانات موثوق. علاوة على ذلك، تُساعد مخرجاتنا الثابتة السكان على اتخاذ الاحتياطات اللازمة.

الكلمات المفتاحية : مصطلحات الفهرس - مراقبة الطقس الذكية، متحكم ESP32، مراقبة الطقس عن بُعد، تحليل بيانات الطقس

Yahya Taha Abdo AL-Ademi
Ph.D., Scientific Organization for Research and Innovation, Republic of Yemen

د. يحيى طه عبده الأديمي
المنظمة العلمية للبحوث والابتكارات – الجمهورية اليمنية

Scientific Supervisor — المشرف العلمي

Introduction

Various industries, including agriculture, transportation, and disaster relief, depend on accurate weather monitoring for their operations. Traditional weather monitoring devices often involve high costs, immobility, and require complex infrastructure. This has created a demand for portable, affordable, and user-friendly solutions that deliver real-time weather information. The emergence of IoT technology has paved the way for innovative, mobile weather monitoring systems. The Smart Portable Weather System addresses this need by integrating real-time data collection with IoT connectivity, enabling users to access vital meteorological information easily and efficiently, even in remote locations.

المقدمة

تعتمد قطاعات متنوعة، بما في ذلك الزراعة والنقل والإغاثة من الكوارث، على رصد دقيق للطقس في عملياتها. غالبًا ما تنطوي أجهزة رصد الطقس التقليدية على تكاليف باهظة، وعدم القدرة على الحركة، وتتطلب بنية تحتية معقدة. وقد أدى ذلك إلى زيادة الطلب على حلول محمولة، وبأسعار معقولة، وسهلة الاستخدام، توفر معلومات جوية آنية. وقد مهد ظهور تقنية إنترنت الأشياء الطريق لأنظمة رصد طقس مبتكرة ومتنقلة. ويلبي نظام الطقس الذكي المحمول هذه الحاجة من خلال دمج جمع البيانات آنيًا مع اتصال إنترنت الأشياء، مما يُمكّن المستخدمين من الوصول إلى معلومات الأرصاد الجوية الحيوية بسهولة وفعالية، حتى في المناطق النائية.

Results and discussion

The Smart Portable Weather System leverages IoT technology to efficiently collect and disseminate environmental data using networked devices like the ESP32 microcontroller. Key sensors, including the DHT22 (temperature and humidity), BMP180 (atmospheric pressure), and LDR (light intensity), provide accurate readings but require regular calibration to maintain performance [1].

The ESP32 is valued for its cost-effectiveness, integrated connectivity, and energy efficiency, enabling real-time data transmission to cloud platforms. Cloud integration enhances data storage and analysis capabilities, although challenges such as poor internet connectivity can arise, which local data storage can mitigate [2].

The system was designed to meet specific requirements, including monitoring critical parameters, ensuring usability and portability, providing real-time cloud access, and achieving energy efficiency through solar and battery power. The architecture includes data collection, processing, and cloud transmission, facilitated by secure communication protocols [3].

Prototyping confirmed the system's interoperability and performance, with optimizations aimed at enhancing battery life. The overall configuration incorporates various components, with a total cost of 980 GH¢.

The system effectively demonstrates reliable data transfer and user-friendly access via mobile applications. However, limitations include the need for regular sensor calibration, potential improvements in LDR performance, and enhancements to the user interface. With a battery life of 10-12 hours and the option for solar integration, the system is well-suited for real-time environmental monitoring, particularly in agricultural and remote applications. Future work should focus on refining these aspects to broaden the system's applicability.

Table 1 highlights the efficiency and overall value of each component, underscoring their contributions to the system's performance and effectiveness in weather monitoring applications.

النتائج والمناقشة

يستفيد نظام الطقس الذكي المحمول من تقنية إنترنت الأشياء لجمع البيانات البيئية ونشرها بكفاءة باستخدام أجهزة متصلة بالشبكة مثل متحكم ESP32. توفر المستشعرات الرئيسية، بما في ذلك DHT22 (درجة الحرارة والرطوبة)، وBMP180 (الضغط الجوي)، وLDR (شدة الضوء)، قراءات دقيقة، ولكنها تتطلب معايرة منتظمة للحفاظ على الأداء [1].

يتميز نظام ESP32 بفعاليته من حيث التكلفة، وتكامله، وكفاءته في استخدام الطاقة، مما يتيح نقل البيانات في الوقت الفعلي إلى منصات السحابة. يعزز تكامل السحابة قدرات تخزين البيانات وتحليلها، على الرغم من إمكانية ظهور تحديات مثل ضعف الاتصال بالإنترنت، والتي يمكن أن يخفف منها تخزين البيانات محليًا [2].

صُمم النظام لتلبية متطلبات محددة، بما في ذلك مراقبة المعلمات المهمة، وضمان سهولة الاستخدام والنقل، وتوفير الوصول السحابي في الوقت الفعلي، وتحقيق كفاءة الطاقة من خلال الطاقة الشمسية وطاقة البطاريات. تتضمن البنية جمع البيانات ومعالجتها ونقلها السحابي، بتسهيل من بروتوكولات اتصال آمنة [3].

أكد النموذج الأولي قابلية التشغيل البيني للنظام وأدائه، مع تحسينات تهدف إلى إطالة عمر البطارية. يتضمن التكوين العام مكونات متنوعة، بتكلفة إجمالية قدرها 980 غانا سيدي غاني.

يُظهر النظام كفاءةً عاليةً في نقل البيانات وسهولة الوصول عبر تطبيقات الهاتف المحمول. ومع ذلك، تشمل القيود الحاجة إلى معايرة منتظمة للمستشعر، وإمكانية تحسين أداء الاستشعار عن بُعد (LDR)، وتحسينات في واجهة المستخدم. بفضل عمر البطارية الذي يتراوح بين 10 و12 ساعة، وإمكانية دمجه مع الطاقة الشمسية، يُعد النظام مناسبًا تمامًا للرصد البيئي الفوري، وخاصةً في التطبيقات الزراعية والنائية. ينبغي أن تركز الأعمال المستقبلية على تحسين هذه الجوانب لتوسيع نطاق تطبيق النظام.

يُبرز الجدول 1 كفاءة كل مكون وقيمته الإجمالية، مُبرزًا مساهماته في أداء النظام وفعاليته في تطبيقات رصد الطقس.

Table 1- Component Summary

الجدول 1- ملخص المكونات

COMPONENT/المكونات	SPECIFICATION/المواصفات	EFFICIENCY/ الكفاءة	VALUE (GH¢) / (القيمة (جيجا هريفنيا سنت
ESP32	Microcontroller وحدة تحكم دقيقة	High energy efficiency; supports Wi-Fi and Bluetooth كفاءة عالية في استهلاك الطاقة؛ يدعم الواي فاي والبلوتوث	500
DHT22	Temperature/Humidity درجة الحرارة/الرطوبة	Accurate in moderate conditions; low power consumption دقة في الظروف المعتدلة؛ استهلاك منخفض للطاقة	140
BMP180	Atmospheric Pressure الضغط الجوي	Reliable pressure readings; useful for altitude estimation قراءات ضغط موثوقة؛ مفيد لتقدير الارتفاع	35
LDR	Light Intensity شدة الإضاءة	Effective in low light; sensitive to ambient light changes فعال في الإضاءة المنخفضة، حساس لتغيرات الإضاءة المحيطة	30
OLED/LCD	Display الشاشة	Clear visibility; low power رؤية واضحة؛ استهلاك منخفض للطاقة	210
Li-Po Battery	Power Supply مصدر الطاقة	Rechargeable; provides adequate power for portable use قابلة لإعادة الشحن؛ توفر طاقة كافية للاستخدام المحمول	65
TOTAL/ الاجمالي			980

Conclusion

The Smart Portable Weather System integrates environmental sensors, data processing, and cloud communication into a compact solution for real-time weather monitoring. Utilizing the DHT22 for temperature and humidity, BMP180 for atmospheric pressure, and LDR for light intensity, the system provides reliable weather data accessible both locally and remotely via cloud services. Key outcomes demonstrate its accuracy, dependability, and effective power management, supported by a rechargeable battery and optional solar panel for enhanced portability. While improvements are needed in sensor calibration, LDR performance in low light, and the user interface, the system remains a valuable tool for applications in agriculture and environmental monitoring. Future research should focus on enhancing sensor accuracy to further improve user experience and decision-making based on reliable environmental data.

الخاتمة

يدمج نظام الطقس الذكي المحمول أجهزة استشعار بيئية، ومعالجة بيانات، واتصالات سحابية في حل مدمج لمراقبة الطقس في الوقت الفعلي. باستخدام DHT22 لدرجة الحرارة والرطوبة، وBMP180 للضغط الجوي، وLDR لشدة الضوء، يوفر النظام بيانات طقس موثوقة يمكن الوصول إليها محليًا وعن بُعد عبر الخدمات السحابية. تُظهر النتائج الرئيسية دقته وموثوقيته وكفاءته في إدارة الطاقة، مدعومًا ببطارية قابلة لإعادة الشحن ولوحة شمسية اختيارية لتحسين قابلية النقل. على الرغم من الحاجة إلى تحسينات في معايرة أجهزة الاستشعار، وأداء LDR في الإضاءة الخافتة، وواجهة المستخدم، إلا أن النظام يظل أداة قيّمة لتطبيقات الزراعة والرصد البيئي. ينبغي أن تركز الأبحاث المستقبلية على تحسين دقة أجهزة الاستشعار لتحسين تجربة المستخدم واتخاذ القرارات بناءً على بيانات بيئية موثوقة.

Literature المراجع والمصادر

1. Ahmed, M. R., and Hossain, M. S. (2019). "Design and Implementation of a Smart Weather Monitoring System Using IoT." Journal of Electrical Engineering and Technology, 14(4), 1317–1324.
2. Sahu, P., and Sahoo, D. (2017). "Weather Forecasting System Using IoT." International Journal of Computer Science and Information Technologies, 8(4), 15–18.
3. Hussain, I., and Jamil, S. (2018). "A Review on IoT Based Weather Forecasting Systems." International Journal of Computer Applications, 179(13), 10–17.