

Monitor de frecuencia cardíaca portátil Arduino

Arduino wearable heart rate monitor

Luis Ariel Montaña Solís

luis.ariel.montano@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-1355-4657>
Facultad de Ingenierías
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

Cristhian Paul Estupiñán Manzaba

paul.estupinan.manzaba@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-8799-8576>
Facultad de Ingenierías
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

Xavier Leopoldo Gracia Cervantes

xavier.gracia.cervantes@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4962-583X>
Facultad de Ingenierías
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

RESUMEN

Este informe presenta el diseño y desarrollo de un monitor de frecuencia cardíaca de bricolaje basado en un microcontrolador Arduino Nano R3, un módulo nRF24 y un anillo Adafruit NeoPixel. El proyecto fue concebido por el Club de Robótica de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas con el objetivo de brindar una solución de monitoreo de frecuencia cardíaca asequible y versátil que permita a los usuarios realizar un seguimiento individual de su frecuencia cardíaca durante diversas actividades físicas. El monitor proporciona retroalimentación visual en tiempo real y se comentan los resultados obtenidos en pruebas de campo, así como la importancia de la monitorización continua de la frecuencia cardíaca en la evaluación del esfuerzo físico y la salud cardiovascular.

Palabras claves: Monitor de frecuencia, microcontrolador Arduino Nano, IA.

ABSTRACT

This report presents the design and development of a DIY heart rate monitor based on an Arduino Nano R3 microcontroller, an nRF24 module and an Adafruit NeoPixel ring. The project was conceived by the Robotics Club of the Luis Vargas Torres Technical University of Esmeraldas with the goal of providing an affordable and versatile heart rate monitoring solution that allows users to individually track their heart rate during various physical activities. The monitor provides real-time visual feedback and discusses the results obtained in field tests, as well as the importance of continuous heart rate monitoring in the evaluation of physical exertion and cardiovascular health.

Keywords: Frequency monitor, Arduino Nano microcontroller, AI.

INTRODUCCIÓN

Desde su invención en el año de 1893 a manos del creativo ingeniero alemán Rudolf Diesel, el motor diésel, El objetivo de este proyecto es desarrollar un monitor de frecuencia cardíaca que brinde a los usuarios la capacidad de realizar un seguimiento de su frecuencia cardíaca de manera precisa y personalizada. En un contexto donde la salud y el bienestar se han convertido en prioridades fundamentales, la monitorización de la frecuencia cardíaca juega un papel crucial en la evaluación de la salud cardiovascular y el rendimiento físico. A menudo, los dispositivos comerciales disponibles en el mercado son caros y no ofrecen la flexibilidad para adaptarse a las necesidades individuales. Para abordar este problema, este proyecto se basa en el uso de un Arduino Nano R3, un módulo nRF24 y un anillo Adafruit NeoPixel para crear un monitor de frecuencia cardíaca portátil y asequible.

Este artículo presenta los componentes, diagramas de conexión, programación y montaje de la pulsera, así como los resultados obtenidos en las pruebas de campo. Además, se explora la importancia de la monitorización continua de la frecuencia cardíaca al evaluar la intensidad del ejercicio y se destaca la capacidad de este dispositivo para proporcionar información visual en tiempo real.

METODOLOGÍA

El proyecto del dispositivo monitor de frecuencia cardíaca utiliza una metodología que incluye integración de componentes, diagramas de conexión, programación y montaje de la pulsera. La metodología utilizada en cada fase de desarrollo se describe en detalle a continuación:

Componentes:

Para construir el monitor de frecuencia cardíaca se utilizan principalmente tres componentes clave:

1. **uECG: El uECG (Electrocardiograma sin blindaje)** es el sensor principal que mide datos y calcula las pulsaciones por minuto (BPM) integradas. Este dispositivo es el corazón de la monitorización cardíaca y se utiliza para obtener lecturas precisas.
2. **Módulo NRF24:** El módulo nRF24 se utiliza para la transmisión de datos. En modo de conexión directa, este componente envía información, incluido BPM, a través de un protocolo de radio compatible con el módulo nRF24.
3. **Arduino Nano R3:** El Arduino Nano R3 actúa como controlador del sistema. Por su tamaño compacto cabe debajo del anillo NeoPixel y se encarga de recibir y procesar los datos transmitidos por el módulo nRF24.

Esquema:

Conectar el módulo nRF24 al Arduino Nano R3 implica varios pasos:

1. Conecte el cable SPI (interfaz periférica en serie), que incluye MISO (entrada maestra y salida esclava), MOSI (entrada maestra y esclava), SCK (reloj en serie) y CS (selección de chip).
2. El chip NRF24 permite la conexión de cables y la fuente de alimentación.
3. Para mantener el tamaño de construcción pequeño, se deben quitar los cabezales de clavija del módulo nRF24 y soldar los cables directamente a las almohadillas apropiadas.

Se requieren un total de 7 cables y 14 puntos de soldadura para conectar el módulo nRF24 al Arduino Nano R3. Además de la conexión al módulo nRF24, se deben conectar dos cables de alimentación al NeoPixel Ring y otros dos cables al conector de la batería.

Programación:

El software del proyecto asume varias tareas principales:

1. Configuración del canal RF: establece la configuración del módulo nRF24 para comunicación inalámbrica. Es importante tener en cuenta que el orden de los bits en la dirección de la tubería es diferente entre el uECG y el módulo nRF24 y requiere una configuración específica para garantizar una comunicación efectiva.
2. Leer paquetes entrantes: El programa se encarga de recibir y procesar los paquetes de datos transmitidos por el uECG a través del módulo nRF24. El quinto byte de estos paquetes se utiliza como valor de BPM, que es crucial para la monitorización de la frecuencia cardíaca.
3. Filtrado de datos: debido a que el canal de RF puede introducir ruido en las lecturas de BPM, se realiza un filtrado de datos para eliminar lecturas erróneas y garantizar mediciones precisas.
4. Conversión de BPM en retroalimentación visual: los valores de BPM se traducen en colores y la cantidad de píxeles activos en el NeoPixel Ring, lo que permite una retroalimentación visual en tiempo real de la frecuencia cardíaca.

Montaje de la pulsera:

Una vez soldados todos los cables y el programa funcionando correctamente, comenzamos a montar la pulsera. Se utiliza adhesivo térmico para unir los componentes. El Arduino Nano R3 se coloca debajo del anillo NeoPixel y se asegura la batería para que no afecte el funcionamiento del dispositivo. Luego, la pulsera se fija alrededor de la muñeca para facilitar el seguimiento durante la actividad física.

Este sencillo proceso de montaje hace que el dispositivo sea práctico y cómodo de llevar. Los resultados de las pruebas de campo demuestran la eficacia en el seguimiento de la frecuencia cardíaca y proporcionan información valiosa sobre el esfuerzo físico del usuario.

RESULTADOS

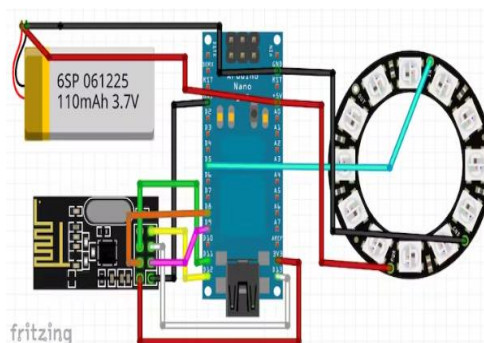
Durante las pruebas se observó el funcionamiento confiable del monitor de frecuencia cardíaca de bricolaje. Los datos obtenidos de las mediciones de BPM se transfirieron eficientemente desde el uECG al módulo nRF24 y posteriormente se mostraron en el anillo NeoPixel. La retroalimentación visual proporcionada por el anillo permitió a los usuarios tener una visión clara de su frecuencia cardíaca en tiempo real.

Durante las pruebas, se identificó un problema relacionado con la interpretación de los datos GMP. Para solucionar este problema, se filtraron los valores de BPM para eliminar lecturas erróneas debido al ruido en el canal de RF. A pesar de este problema, el monitor resultó útil para controlar la frecuencia cardíaca y proporcionó información valiosa durante la actividad física.

En particular, las pruebas revelaron un resultado interesante en cuanto a la actividad física. En algunos casos, los usuarios superaron rápidamente la frecuencia cardíaca máxima recomendada, lo que generó dudas sobre la

intensidad de sus entrenamientos. Esta observación resalta la importancia de la monitorización continua de la frecuencia cardíaca para regular de forma segura la intensidad de la actividad física.

Ilustración 1. Diagrama eléctrico del monitor de frecuencia cardíaca



CONCLUSIONES

El monitor de frecuencia cardíaca DIY es una solución práctica y rentable para quienes desean controlar su frecuencia cardíaca individualmente. Además de proporcionar información visual en tiempo real, este proyecto destaca la importancia de la monitorización continua de la frecuencia cardíaca al evaluar el ejercicio. Los resultados de las pruebas de campo sugieren la necesidad de una mayor conciencia de la intensidad del entrenamiento y de adaptar la configuración del monitor a las necesidades individuales. La combinación de la tecnología Arduino y la conectividad inalámbrica a través del nRF24 demuestra que la monitorización de la frecuencia cardíaca puede estar disponible para una amplia gama de entusiastas del fitness y atletas, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre su salud cardiovascular y mejorar su rendimiento.

REFERENCIAS

- Adafruit Industries. NeoPixel Überguide.
- Dave, D. (2020). DIY Electrocardiography (ECG) Monitor Using Raspberry Pi and Python. *Sensors*, 20(20), 5677.
- Dziuba, Dmitry. Monitor de Frecuencia Cardíaca DIY. Hackster.io.
- Farooq, U., & Sadiq, M. (2019). A Review of Heart Rate Monitors: Towards a Wearable ECG Monitoring Device for Long-term Health Monitoring. *Sensors*, 19(3), 564.
- Kardelen, H. A., & Ozcan, S. (2020). Real-Time Remote Monitoring of ECG Signal with IoT Technology. *Procedia Computer Science*, 176, 1530-1535.
- Lund, A., Lund, B., & Larsen, J. (2017). A Wireless ECG Monitoring System Using Arduino and ZigBee. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(5), 3997-4004.
- Miller, C. A., Rezai, A. R., Holmes, D. R., Craig, J. B., & Bennett, C. E. (2014). Heart rate variability, and power spectral analysis in monitoring autonomic dysfunction. *Autonomic Neuroscience*, 186, 28-35.
- Zhao, G., Hu, X., Cheng, X., & Ye, T. (2015). A portable ECG monitoring system based on ZigBee and web technology. In 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO) (pp. 2195-2200). IEEE.
- Zong, C., Chai, R., Ao, M., Ding, X., Wu, Y., Wang, L., ... & He, H. (2019). A Wearable ECG Monitoring System with Dynamic Heart Rate Prediction. *Sensors*, 19(5), 1059.