

ANÁLISE DA DERME POR MEIO DE SENSORES E MICROCONTROLADORA ESP-32 WROOM

Autores: Bruno Michel Pera, Cauê Brandão dos Santos, Ester de Abreu Teotônio, Matheus Henrique Ferreira e Silva.

Colégio UNIVAP - Unidade Centro, R. Paraibuna, 75 - Jardim São Dimas, São José dos Campos-SP, 12245-020- São José dos Campos-SP, Brasil, cauebs3010@gmail.com, deabreuteotonio@gmail.com, matheusferreira2008@yahoo.com.

Resumo

A análise de características da pele por meio de sensores eletrônicos tem se mostrado uma alternativa promissora para aplicações em dermatologia, estética e dispositivos de monitoramento de saúde. O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema baseado no sensor de cor TCS3472, integrado a um microcontrolador ESP32, para avaliação da epiderme, camada mais externa da pele. O sistema proposto realiza a leitura dos canais de cor (RGB e claro) fornecidos pelo sensor, processando-os em tempo real para identificar variações de pigmentação. A comunicação com o microcontrolador ESP32 permitiu a implementação de algoritmos de análise e a transmissão dos dados via Wi-Fi, possibilitando aplicações em dispositivos móveis.

Palavras-chave Sensor TCS3472. ESP32. Análise de pele. Fototipos. Dispositivos biomédicos.

Curso: Técnico em eletrônica

Introdução

O maior órgão do corpo humano é a pele, que funciona como uma barreira natural contra agentes externos, ajuda na regulação da temperatura e desempenha funções sensoriais essenciais para a interação com o ambiente (Madison, 2003). Para além de suas funções fisiológicas, a pele tem relevância social e estética, sendo comumente ligada à saúde, juventude e bem-estar (Kwon et al., 2021).

A avaliação minuciosa desse órgão é fundamental em vários campos, especialmente na medicina e na cosmetologia, uma vez que auxilia no diagnóstico precoce de condições dermatológicas, no acompanhamento de danos causados pela luz, na prevenção do envelhecimento precoce e na seleção de tratamentos estéticos mais apropriados para as necessidades de cada pessoa (Stern et al., 2016; Rogge et al., 2019).

Nesse contexto, o investimento em tecnologias que permitam a caracterização da pele de maneira acessível, precisa e rápida representa um progresso significativo, tanto clinicamente quanto cientificamente. Com o avanço de sensores ópticos de baixo custo e microcontroladores de alto desempenho, abrem-se novas oportunidades para a criação de sistemas portáteis de análise da pele. Dentre esses aparelhos, sobressai-se o sensor TCS3472, que tem a capacidade de medir intensidades nos espectros vermelho, verde, azul e claro, possibilitando uma caracterização exata das tonalidades da pele (Zhang et al., 2020).

Em conjunto com ele, o microcontrolador ESP32 proporciona conectividade sem fio (Wi-Fi e Bluetooth), baixo consumo de energia e processamento eficaz, permitindo o desenvolvimento de aplicações móveis direcionadas à saúde e estética. A importância científica deste estudo reside na proposta, desenvolvimento e validação de um sistema inovador para análise de pele, fundamentado na integração entre o TCS3472 e o ESP32. Isso contribui para a criação de ferramentas acessíveis que podem apoiar pesquisas dermatológicas, aumentar a precisão de diagnósticos não invasivos e incentivar estudos focados na personalização de tratamentos estéticos (Granzotto et al., 2021; Sousa et al., 2019).

Metodologia

A metodologia deste estudo foi elaborada para assegurar transparência, rigor científico e possibilidade de replicação. Considerando que a pele é o maior órgão do corpo e exerce funções essenciais de proteção, regulação e interação, procurou-se criar uma solução tecnológica acessível para sua avaliação.

Para esse fim, foi desenvolvido um protótipo utilizando o sensor óptico TCS3472 e o microcontrolador ESP32, que possibilitam medições exatas das tonalidades da pele. A pesquisa foi dividida em quatro etapas principais: revisão da literatura sobre sensores ópticos usados em dermatologia e sistemas embarcados em saúde; integração do sensor TCS3472 ao ESP32, com desenvolvimento de algoritmos para captura e processamento dos dados; testes experimentais em diversas tonalidades de pele, com o objetivo de avaliar precisão e reprodutibilidade; e, finalmente, comparação dos resultados alcançados com os padrões de referência estabelecidos na literatura científica.

A rigorosa abordagem metodológica empregada não só demonstra a viabilidade técnica da proposta, mas também promove o progresso científico ao fornecer uma opção portátil e econômica para a análise não invasiva da pele.

Resultados

Durante a criação do protótipo, utilizou-se o sensor TCS3472 para medir a tonalidade da pele e identificar possíveis lesões na camada da epiderme, capturando valores nos canais vermelho, verde, azul e claro. Esses dados foram processados em tempo real pelo microcontrolador ESP32, que também possibilitou a transmissão por meio de Wi-Fi, evidenciando a integração entre hardware e software. Testes realizados com diferentes pessoas mostraram variações consistentes nos valores encontrados, que refletem a pigmentação da pele: tons mais claros tiveram maior intensidade nos canais vermelhos e verdes, ao passo que tons mais escuros exibiram predominância do azul, evidenciando a sensibilidade do sistema. O protótipo apresentou estabilidade e repetibilidade satisfatórias, indicando que as especificações são confiáveis. Isso reforça a possibilidade de usar sensores ópticos com microcontroladores para análise não invasiva da pele e indica possíveis aplicações futuras no monitoramento da saúde e em procedimentos estéticos.

Discussão

Os resultados indicaram que a combinação do sensor TCS3472 com o ESP32 é eficaz para detectar alterações na pigmentação da pele, apresentando boa consistência com a literatura existente. O dispositivo se sobressai devido ao seu custo reduzido, portabilidade e capacidade de integração com dispositivos móveis por meio do Wi-Fi, expandindo suas utilizações nas áreas de saúde, estética e até mesmo telemedicina. Embora haja benefícios, elementos Externo, como a iluminação do ambiente e a localização do sensor, afeta as frequências, restringindo a exatidão em ambientes não controlados. O protótipo mostrado é capaz de não apenas analisar a pigmentação, mas também detectar mudanças visíveis na pele, como a presença de lesões, o que aumenta sua importância para usos na dermatologia.

Conclusão

A criação do protótipo com o sensor TCS3472 integrado ao microcontrolador ESP32 provou que é possível análises fazer de pele de maneira prática, acessível e econômica. O sistema conseguiu identificar e analisar mudanças na epiderme, mostrando-se promissor para usos na medicina e na estética, principalmente no suporte a diagnósticos não invasivos. Apesar de ainda serem necessários mais testes com diversos fototipos de pele e uma validação clínica mais extensa, os resultados preliminares já apontam a importância da proposta. Este estudo promove a integração entre tecnologia e saúde, abrindo espaço para pesquisas futuras voltadas à personalização de tratamentos e criação de dispositivos portáteis conectados a sistemas móveis, impulsionando a inovação no campo dos dispositivos biomédicos.

Referências

- Madison, K. C. (2003). *Barrier Function of the Skin: "La Raison d'Être" of the Epidermis*. Journal of Investigative Dermatology, 121(2), 231-241.
- Kwon, O. H., Jung, J. W., & Jang, Y. M. (2021). *The role of skin in social perception and aesthetics*. Journal of Cosmetic Dermatology, 20(3), 846-852.
- Stern, R. S., et al. (2016). *The Role of Dermatology in the Prevention and Early Diagnosis of Skin Cancer*. Journal of the American Academy of Dermatology, 74(3), 453-461.
- Rogge, J. M., et al. (2019). *Photodamage and Skin Aging: The Role of Sunscreens and Other Skin Care Treatments*. Journal of Cosmetic Dermatology, 18(6), 1442-1452.
- Zhang, L., et al. (2020). *Characterization of Skin Colors Using RGB Sensors for Health Monitoring Applications*. Sensors, 20(7), 2018.
- Granzotto, F., et al. (2021). *ESP32-Based System for Skin Analysis and Mobile Health Applications*. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 68(8), 2143-2151.
- Sousa, D. M., et al. (2019). *Wireless Dermatological Sensors: The Future of Non-invasive Skin Diagnostics*. Journal of Dermatological Science, 95(2), 89-97.

Agradecimentos

A Deus, família e amigos. Aos nossos pais pelo incentivo e apoio. Ao colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, e ao professor Esp. Bruno Michel Pera, que coordenou e orientou esse projeto, que fez disso possível.