

Diseño de un dispositivo detector de mentiras a partir de la respuesta galvánica de la piel

Design of a lie detector device based on the galvanic response of the skin

Cristhian Paul Estupiñán Manzaba

paul.estupinan.manzaba@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8799-8576>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

María Fernanda Mendoza Estupiñán

fernanda.mendoza@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1188-3202>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

Tatiana Isabel Mera Ordóñez

tatiana.mera.ordonez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9694-9143>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

Ismael Elías Erazo-Velasco

ismael.erazo@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7647-4611>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

RESUMEN

Este informe presenta el diseño y desarrollo de un dispositivo poligráfico basado en un microcontrolador Arduino Nano. El proyecto fue desarrollado por el Club de Robótica de la Universidad Técnica Esmeralda Luis Vargas Torres para explorar aplicaciones experimentales y educativas de la robótica en la vida cotidiana. El dispositivo utiliza la conductividad de la piel, la propiedad eléctrica del tejido epitelial, como base para su funcionamiento. Además, se discute el potencial del dispositivo como prototipo comercial, tanto con fines de entretenimiento como para la obtención de pruebas relacionadas con delitos más graves.

Palabras claves: Diseño poligráfico, Microcontrolador Arduino Nano, Conductividad de la piel.

ABSTRACT

This report presents the design and development of a lie detector device based on an Arduino Nano microcontroller. The project was conceived by the Robotics Club of Universidad Técnica Luis Vargas Torres in Esmeraldas, aiming to explore experimental and didactic applications of robotics in everyday life. The device utilizes skin conductivity, an electrical property of epithelial tissue, as the foundation for its operation. Furthermore, the report discusses the potential of the device as a commercial prototype that could be used for both entertainment purposes and more serious tests related to culpability.

Keywords: Polygraphic design, Arduino Nano microcontroller, Skin conductivity.

INTRODUCCIÓN

El detector de mentiras no es el instrumento del polígrafo, el verdadero detector de mentiras es el profesional que lo utiliza y evalúa.

La detección de mentira más allá de cualquier asunto informal donde queramos descubrir si alguien conocido nos está siendo sincero o no, ha sido un aspecto importante en lo jurídico para determinar la credibilidad de testigos de investigación ya sean civiles o pericial, ya que a veces la única evidencia se reduce al testimonio de un acusado o testigo.

Las investigaciones de la naturaleza humana han determinado que las personas somos buenas mintiendo, pero pésimos detectando la mentira, si nos regimos al empirismo que conlleva conocer alguien durante años, su personalidad, se puede detectar ciertos patrones, pero no ocurre así cuando se trata de alguien desconocido.

Por esta clase de situaciones se han diseñado diferentes herramientas que hagan ese trabajo por nosotros, los denominados sistemas poligráficos, cabe indicar que en la actualidad no existe un método 100% eficaz, más sin embargo se han conseguido avances en el área.

Las principales pruebas de detección de mentira comúnmente utilizadas son:

- La prueba de preguntas de control (Se limita a la observación del individuo, comparando sus respuestas físicas, una persona que miente genera una respuesta brusca o fuerte a diferencia de cuando se expresa con honestidad)
- La prueba de conocimiento del culpable. (funciona igual que la primera, pero mostrándole imágenes)

- Polígrafo (respuestas fisiológicas del cuerpo: pulso cardíaco, respuesta galvánica de la piel, cambios en la presión de la sangre, en la respiración)

Actualmente existen dos métodos tecnológicos neuronales con cierto potencial como detector de mentiras:

- El electroencefalograma (mide mediante electrodos colocados en el cráneo las corrientes eléctricas que provocan corrientes eléctricas mas lentas cuando se miente, en relación a cuando se dice la verdad)
- Imagen de resonancia magnética. (el flujo de sangre hacia el cerebro aumenta cuando el individuo en cuestión miente).

Figura 1. Poligrafista



El objetivo del proyecto es desarrollar un polígrafo que utilice la conductividad de la piel como indicador ya que es un indicador difícilmente manipulable como por ejemplo la respiración, el tono de voz, entre otros, basado en el microcontrolador Arduino Nano, este enfoque experimental y educativo tiene aplicaciones potenciales en todo, desde entretenimiento hasta investigaciones criminales más serias. El informe detallará los métodos utilizados en el diseño del dispositivo, los resultados obtenidos durante las pruebas y las conclusiones extraídas como resultado del proyecto.

El enfoque que se ha planteado al prototipo (detector de mentiras) es uno de los posibles fines aplicativos para el dispositivo, ya que considerando que mide las variaciones bruscas en nuestras emociones, puede utilizarse para medir la respuesta de un individuo ante diferentes estímulos, como un medidor de la variación del miedo, de la felicidad, de la ansiedad, etc.

Respuesta Galvánica de la Piel

El miedo, la ira o las emociones sexuales pueden provocar cambios en la resistencia de la piel. Los cambios en la resistencia de la piel dependen de ciertos tipos de glándulas sudoríparas, que abundan en las manos y los dedos. Este fenómeno, llamado respuesta galvánica (GSR) o conductancia cutánea (SRC), es la base de la tecnología poligráfica, también conocida como **prueba poligráfica**.

Las técnicas de medición de la respuesta eléctrica también se utilizan en neuromarketing como un indicador más del estado de un individuo cuando se expone a un estímulo, normalmente un anuncio. Dado que un aumento en la conductancia de la piel significa la activación del sistema de "lucha o huida" del cuerpo, la conductancia de la piel es un excelente indicador de activación/estimulación, pero no nos informa sobre la dirección o valencia emocional. (positivo o negativo) negativo). Por lo tanto, normalmente es posible utilizar respuestas eléctricas para saber si hay activación emocional, pero se necesitan otras técnicas para saber si es deseo, miedo, ira.

He aquí diferentes términos para referirse a la respuesta galvánica de la piel:

- *Electrodermal Activation* (EDA)
- *Galvanic Skin Response* (GSR)
- *Skin Conductance Response* (SCR)

Usos del polígrafo.

El polígrafo es utilizado a nivel mundial, en Latinoamérica son 16 países los que lo utilizan comercialmente, algunos de los usos son:

- Seguridad Comercial.
- Seguridad Industrial.
- Seguridad Interna de organizaciones y empresas.
- Evaluación de personal.
- Investigación criminal.
- Departamentos policivos.
- Servicios de inteligencia.

METODOLOGÍA

El proyecto del polígrafo utiliza métodos experimentales para realizar investigaciones. El método experimental implica manipular una o más variables independientes para observar su efecto sobre la variable dependiente mientras se mantienen constantes otras variables potencialmente influyentes. En relación con este plan:

1. **Variable Independiente:** Las variables independientes son la información que el sujeto de la prueba proporciona en forma de respuestas correctas o incorrectas a las preguntas formuladas en la prueba del polígrafo.
2. **Variable Dependiente:** La variable dependiente es la conductancia de la piel, que se mide mediante un sensor especial. Esta variable es un indicador clave que se utiliza para determinar si existen cambios fisiológicos en respuesta a preguntas que puedan indicar mentira.
3. **Variables Controladas:** Para asegurar la validez de los resultados, el análisis debe controlar o registrar otras variables que puedan afectar la conductancia de la piel, como la temperatura ambiente, la humedad y otros factores emocionales o físicos del sujeto.

En el método experimental, la prueba se realizará bajo condiciones controladas donde al sujeto se le harán preguntas predeterminadas mientras se mide la conductancia de la piel. Estas pruebas se realizarán bajo dos condiciones, esperando respuestas verdaderas o falsas, para observar la diferencia en la conductancia de la piel entre las dos condiciones. Los datos obtenidos se analizaron para encontrar correlaciones significativas entre las respuestas dadas y los cambios en la conductancia de la piel.

Además, el método puede incluir un diseño de grupo de control en el que los resultados de un grupo experimental (individuos que recibieron una prueba de polígrafo) se comparan con un grupo de control que no recibió la prueba. Esto ayuda a garantizar que los cambios observados en la conductancia de la piel estén específicamente relacionados con las respuestas dadas durante la prueba del polígrafo y no sean el resultado de otras variables no controladas.

Vale la pena mencionar que, debido a la naturaleza experimental y ética de las pruebas poligráficas, se deben seguir pautas éticas y de consentimiento informado al realizar dichos estudios en humanos.

Formulación de preguntas.

- Preguntas directas.
- Preguntas indirectas.
- Preguntas comparativas.
- Preguntas excluyentes.
- Preguntas Emocionales.

RESULTADOS

El GSR es el componente más confiable de las pruebas tradicionales que involucran (respiración, ritmo cardíaco, sistema nervioso, y conductancia de la piel) ya que en los sistemas computarizados se le asigna un 50% netamente a este componente, por lo tanto el desarrollo del prototipo se basó exclusivamente en la lectura de la conductancia de la piel o respuesta electrodérmica, según se prefiera su nomenclatura.

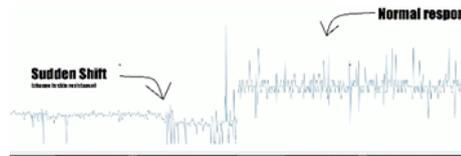
El mecanismo de detección es el siguiente, dos electrodos conectados a dos dedos del evaluado toman la lectura de la electricidad y mediante una gráfica dinámica de, tiempo (eje de las abscisas) versus magnitud eléctrica (eje de las ordenadas) muestra una relativa estabilidad pulsante dentro de un rango cuando el individuo se encuentra en calma, se comienza haciendo preguntas sencillas como el nombre, para que se estabilice la gráfica antes de proceder a realizar las preguntas, se recomienda empezar a hacer preguntas cuya respuesta sea positiva previo a las preguntas de rigor donde realmente queramos saber la verdad.

En la programación del microcontrolador se asignan valores límite que corresponde a los valores de “verdad”, un límite superior e inferior para que se emita una alerta sonora cuando los picos de la onda de la lectura, sobrepasen esos límites que corresponden a una respuesta falsa en el evaluado.

La prueba de polígrafo por GSR tiene un 75% de éxito en la clasificación de la inocencia, y 85% de éxito en la culpabilidad, es decir si tenemos una población de 100 personas, donde 75 son inocentes y 25 son culpables, el sistema penalizaría injustamente a 25% de los inocentes, mientras que a 15% de los culpables dejaría inocente, he aquí una de las principales dificultades para establecer como definitivo en el sistema judicial el empleabilidad de dichos dispositivos o sistemas de detección, por lo tanto queda a disposición de métodos de entretenimiento o para investigaciones

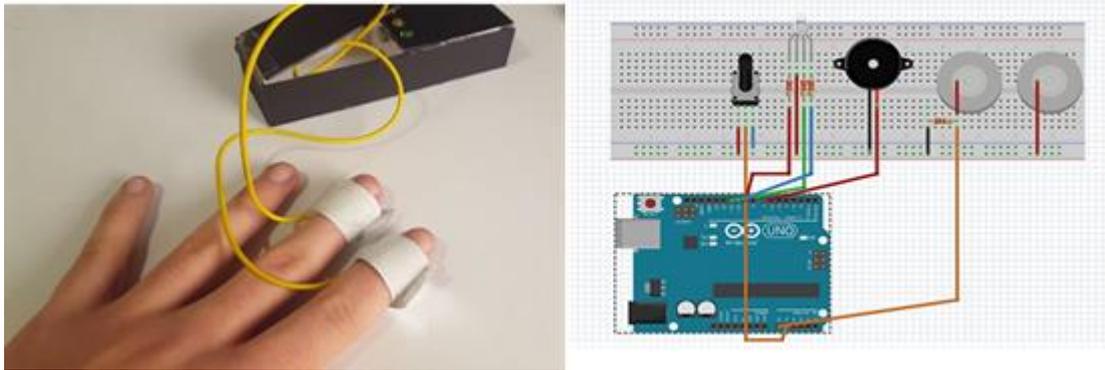
informales, donde queramos someter a prueba a alguien con su consentimiento.

Figura 2. Señal estabilizada vs Variación por mentira



Durante las pruebas realizadas, el dispositivo detector de mentira demostró ser capaz de detectar variaciones significativas en la conductividad de la piel de las personas sometidas a pruebas. Los resultados mostraron correlaciones entre las respuestas consideradas "verdaderas" o "falsas" y las lecturas de conductividad de la piel. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el dispositivo aún está en fase experimental y se necesitan más pruebas para validar su precisión y confiabilidad en diversas situaciones y con diferentes individuos.

Figura 3. Implementación en la práctica y diagrama eléctrico del detector de mentiras



CONCLUSIONES

- El dispositivo detector de mentira basado en Arduino Nano y la conductividad de la piel muestra promesas como una herramienta experimental y didáctica en el campo de la robótica y la tecnología.
- Aunque se observaron correlaciones entre las respuestas de las personas y las lecturas de conductividad de la piel, se requieren más pruebas y refinamientos para mejorar la precisión del dispositivo.
- El dispositivo tiene un potencial comercial considerable y podría ser utilizado para fines de entretenimiento, así como para pruebas de culpabilidad más serias, bajo la condición de que se realicen más investigaciones para garantizar su precisión y validez en contextos legales, aunque la constitución del Ecuador en lo judicial no integra estos dispositivos en los procesos de investigación cotidianos.

En resumen, el proyecto del dispositivo detector de mentira representa un emocionante avance en la aplicación de la tecnología Arduino en el campo de la psicofisiología y ofrece oportunidades para futuras investigaciones y desarrollos en el área de la detección de mentiras y la robótica aplicada, además con esto se pretende incentivar a los estudiantes a que exploren más aplicaciones a la electrónica y robótica ya que actualmente existen todo tipo de herramientas tecnológicas y es pertinente explorar diversas aplicaciones innovadoras para aquellas.

REFERENCIAS

- Albert, W., & Tullis, T. (2023). Measuring emotion. En Elsevier eBooks (pp. 195-216). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818080-8.00008-x>
- Arduino + LM324 + Processing = polígrafo ? (GSR arduino) – Texolab.net. (2017, 5 noviembre). <https://texolab.net/2017/11/05/arduino-lm324-processing-poligrafo-gsr-arduino/>
- Dorwart, L. (2023). What is the galvanic skin response (GSR)? Verywell Health. <https://www.verywellhealth.com/galvanic-skin-response-6373883>
- Farnsworth, B. (2023, 20 septiembre). Galvanic Skin Response (GSR): Methodology and interpretation. iMotions. <https://imotions.com/blog/learning/research-fundamentals/gsr/>
- Gonzalez, O. (s. f.). Cómo hacer un detector de mentiras con Arduino. Blog BricoGeek.com. <https://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/como-hacer-un-detector-de-mentiras-con-arduino/>
- Instructables. (2022). Detector de mentiras con Arduino. Instructables. <https://www.instructables.com/Detector-De-Mentiras-Con-Arduino/>
- What is GSR (Galvanic skin response) and how does it work? - NMSBA. (s. f.). NMSBA. <https://nmsba.com/neuromarketing-companies/neuromarketing-technologies-explained/what-is-gsr-galvanic-skin-response-and-how-does-it-work>