



Universidad Autónoma del Estado de México

CU UAEM ZUMPANGO
INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

Camisa inteligente para monitoreo de signos vitales y situaciones de riesgo en tiempo real

Área de conocimiento: Ingenierías

Presentan: Carlos Jimmy Vásquez Fuentes

Martin Márquez Cervantes

Eduardo Antonio Lagunas Hernández

Asesor: M. en C. Valentín Trujillo Mora



Resumen

El presente proyecto propone el diseño e implementación de una playera inteligente, para todo tipo de personas, la cual alertará en tiempo real cuando se presente una situación de riesgo como intento de asalto o violación, caídas, entre otras, a través de la medición de parámetros fisiológicos del usuario, así como también el monitoreo de los principales signos vitales. Para realizarlo se hace uso de tarjetas de desarrollo que pueden ser implementadas y programadas para analizar la información proveniente de diversos sensores, esperando la detección de anomalías en dicha información para generar las alertas en tiempo real y a su vez poder ejecutar los resultados a través de actuadores y a todo esto se le implementara un algoritmo inteligente con machine learning. Estas playeras se podrán conectar en red, para que los mismos usuarios cercanos, mediante una señal o estímulo recibido puedan apoyar a la persona que esté sufriendo un evento traumático.

Abstract

The present project proposes the design and implementation of an intelligent shirt, for all types of people, which will alert in real time when a risk situation occurs such as an assault or rape attempt, falls, among others, through the measurement of physiological parameters of the user, as well as the monitoring of the main vital signs. To do this, we use development cards that can be implemented and programmed to analyze information from various sensors, waiting for the detection of anomalies in this information to generate alerts in real time and in turn to execute the results through actuators and all this is implemented with an intelligent algorithm with machine learning. These shirts will be able to be connected in network, so that the same nearby users, by means of a signal or received stimulus can support the person who is suffering a traumatic event.

Descripción del problema

A diario suceden diferentes accidentes, tanto en casas-habitación, transporte público, zonas de alta influencia de personas, entre otros lugares. Sin embargo, una problemática que se da mucho es la velocidad de respuesta en cada situación de riesgo, algunas veces es más “rápida” en lugares con gente, pero en las situaciones donde la persona tiende a estar sola, la ayuda veces nunca llega.

Esto genera una gran incertidumbre para las personas, debido a que hay situaciones en las que no se puede recibir ayuda. Se necesita una forma o protocolo el cual, si algún usuario se encuentra en situación de riesgo como asalto, situación médica, intento de robo/violación o acoso sexual se pueda alertar en tiempo real a una red distribuida de ciudadanos.

Con el presente proyecto se busca incentivar el desarrollo tecnológico y emprendimiento en México, generar empleos y tecnología de calidad para competir con diversos países que a la par están generando tecnología para mejorar la calidad vida de sus ciudadanos, existe talento en México y solo queda explotarlo en tendencias actuales.

Antecedentes y Estado del Arte

Un reloj inteligente (smart watch) es un reloj de pulsera con funcionalidades que van mucho más allá de meramente dar la hora. Los modelos iniciales podían desempeñar tareas básicas, como calculadora, juegos, o traducciones. Los actuales son considerados wearables y disponen de amplias funcionalidades y capacidades de conectividad. En 1972 apareció el primer reloj digital, fabricado por Hamilton y denominado Pulsar (que se convirtió en el nombre de una marca, siendo posteriormente adquirida por Seiko) [1].

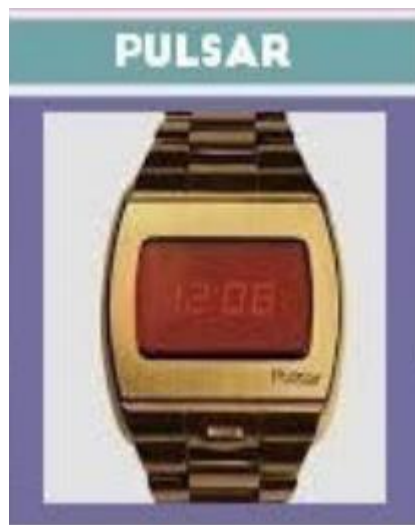


Figura 1. Reloj Pulsar [1].

Cuando se hace referencia a los wearables se alude a aquellos pequeños dispositivos que se pueden llevar encima, como si de una extensión del propio cuerpo humano se tratara. Son dispositivos que reúnen las características de ser multitarea y estar en constante funcionamiento, es decir, no necesitan ser encendidos ni apagados y están recopilando información sobre nuestro cuerpo de forma continua. Mediante sensores pueden ir desde simples cuantificadores de pasos que miden las calorías consumidas por el usuario, hasta

una continua recopilación del pulso cardiaco, así como su temperatura y otros signos vitales significativos [2].



Figura 2. Infografía de los wearables actuales [2].

Es en 2013 cuando se produce el considerado por muchos el punto de despegue masivo de los relojes inteligentes: la aparición del reloj Pebble Figura 3, fabricado gracias al micromecenazgo (crowdfunding). En noviembre de este año ya se habían vendido más de 190.000 unidades de este modelo [1].



Figura 3. Reloj Pebble [1].

Hoy en día en el mercado existen diferentes playeras inteligentes, la más conocida es un crowdfunding que realizó Xiaomi. Incorporando sensores integrados en un chip capaz de medir con precisión el ritmo cardiaco, además de textiles que ayudan a mejorar la posición de la espalda. De igual forma desarrollaron una "pyjama" inteligente que es capaz de saber la posición del individuo, y detectar si la persona sufrió una caída enfocada a personas de tercera edad.

Esta es la playera inteligente que se propone.

Lo mencionado anteriormente es lo que se encuentra actualmente en el mercado, y haciendo una investigación de necesidades en todos los aspectos se decide incorporar tanto software como hardware con un enfoque a los altos índices de inseguridad en la vía pública, añadiendo funciones para reforzar el funcionamiento de la camisa inteligente, como sistema de posicionamiento global, incorporación de celdas fotovoltaicas y un sistema de monitoreo de machine learning para detección del tipo de situación, atacando con herramientas tecnológicas el problema de la delincuencia.



Figura 4. Playera inteligente FeelRait (Imagen propia de los autores).

Marco Teórico

Sabemos que “...las emociones son fenómenos psicológicos y específicamente, que el miedo es una de las emociones que el ser humano vive con mayor intensidad debido a su impacto fisiológico...” [3]. De acuerdo con Martin Doris y Boeck Karin y su clasificación de emociones, el miedo puede subdividirse en: Horror y preocupación Figura 5.

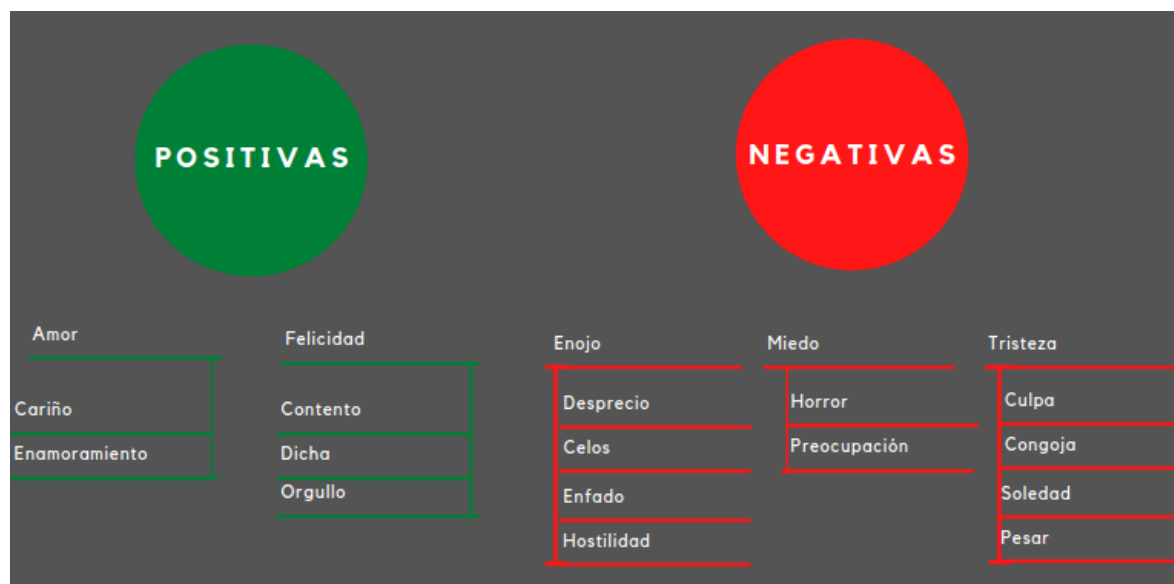


Figura 5. Clasificación de las emociones [1]

En lo que atañe a lo fisiológico, “...la literatura señala que el miedo se traduce en una aceleración del ritmo cardíaco y la respiración, contracción muscular, temblor de piernas y manos...” [3], aumento en la actividad del sistema neuroendócrino disparando los niveles de adrenalina y noradrenalina, incremento de la presión arterial, náuseas y sudoración (Méndez, 2006), entre otras reacciones. En cuanto a la cognición, el miedo está vinculado a la sensación de incertidumbre y la amenaza [3].

Así que es importante observar las conductas, que presentan estados similares como el miedo, temor, angustia, fobia, pánico y la ansiedad, con los que se diferencian en su intensidad, duración o sorpresa ante el peligro. Es así como definimos el miedo como una reacción provocada por algún estímulo que es valorado como una amenaza inmediata que atenta con el bienestar.

Con base a la definición descrita por [3] nos centraremos en un problema social que daña inclusive la salud de los Mexiquenses (Harpaxofobia, cleptofobia) que radican en diferentes estados. El Estado de México y la Ciudad de México por su cercanía, padecen de robo a transporte público. Ante la pregunta ¿Cuál es la zona con mayor índice delictivo en la vía pública?, ésta generalmente se ha respondido basándose en el número de eventos registrados sin considerar la población que estuvo expuesta a sufrir el evento. Por ejemplo, las estadísticas oficiales muestran que el área más conflictiva de la ciudad es aquella donde se levantan más denuncias, donde suceden más asaltos o donde se registran más homicidios [4].

Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se midió la tasa de incidencia delictiva por entidad federativa de ocurrencia por cada cien mil habitantes.

Año tras año, los delitos que lo encabezan y más habituales son: los que implica el robo o asalto de mercancías, dinero, insumos o bienes propiedad de la unidad, robo total de vehículo y extorsiones.

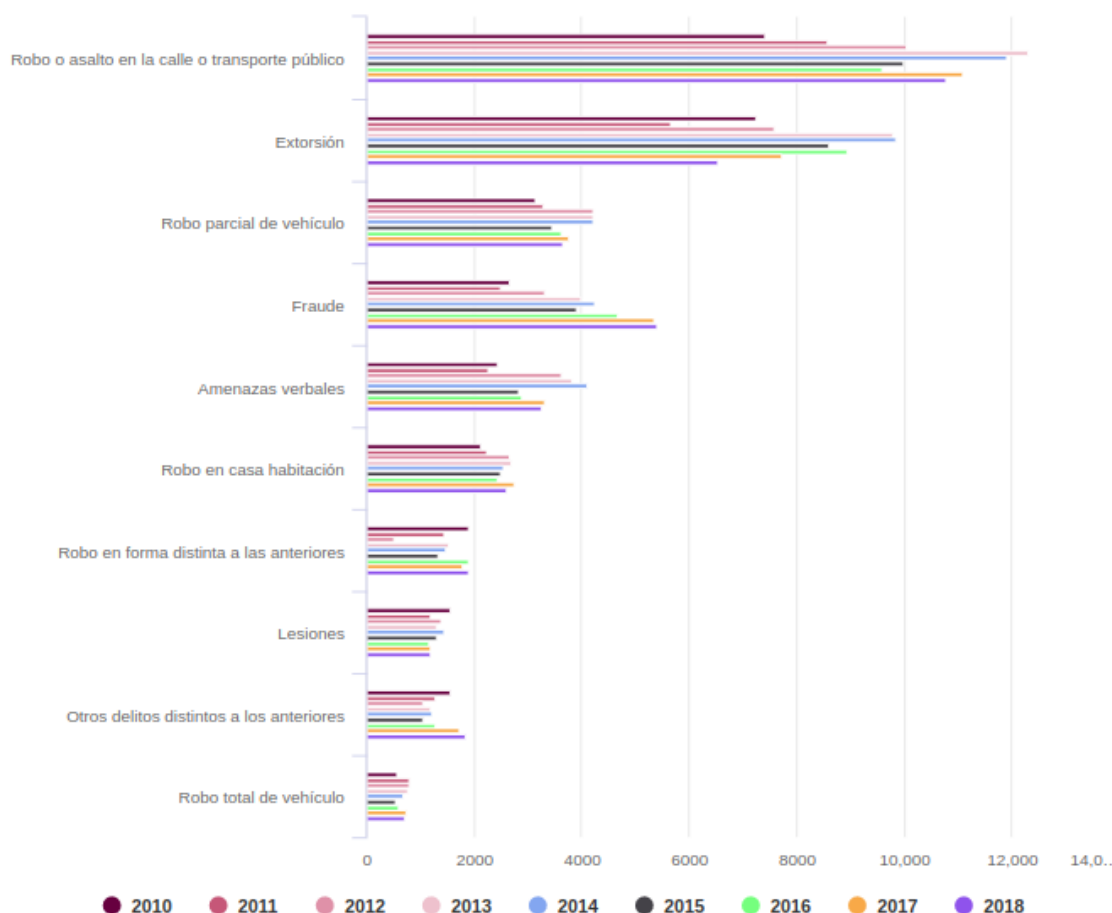


Figura 6. Incidencia delictiva INEGI, obtenida de <https://www.inegi.org.mx/temas/incidencia/>

Estas incidencias representan una amenaza inminente que desencadena en el miedo y a partir de ello, poder hacer un análisis de los cambios fisiológicos.

Existen trabajos en donde se aborda el estudio de la variabilidad del ritmo cardiaco desde su base, intentando justificar cada uno de los procesos involucrados en su análisis, recurriendo a modelos matemáticos, hipotéticos, pero suficientemente genéricos para poder describir un fenómeno complejo como la actuación del sistema de control cardiovascular sobre el ritmo cardiaco. Partiendo de situaciones idealizadas, más sencillas de interpretar y sobre todo controlables [5].

Se propone un sistema no invasivo, que requiera de poder computacional. Eithoven desarrolló una metodología para monitorear de forma no invasiva la actividad eléctrica cardíaca. Con electrodos colocados sobre la superficie corporal, pueden observarse las proyecciones de la ola de potenciales desarrollada en cada momento de despolarización o

repolarización. Este registro se denomina electrocardiograma (ECG) y su simpleza promovió la investigación del diagnóstico de enfermedades cardiovasculares hasta el día de hoy [6].

Objetivo general

Diseñar una playera inteligente para la detección de situaciones de riesgo y alertas en tiempo real conectados a una red distribuida, mediante el uso de sensores y tarjetas programables.

Objetivos particulares

1. Investigación de antecedentes y estado del arte.
2. Realizar el diseño de la playera en conjunto con el módulo de sensores y actuadores conectados a una tarjeta programable, para determinar medición de parámetros fisiológicos y signos vitales en tiempo real.
3. Implementar una aplicación móvil multiplataforma para la personalización en distintos ámbitos de la camisa y alerta de situaciones en peligro.
4. Realizar las pruebas de banco suficientes, para la comprobación del funcionamiento.

Justificación

Tomando en cuenta lo expuesto en la descripción del problema, surge la idea de construir una camisa inteligente, la cual cuente con sensores que ayuden a detectar situaciones de riesgo en el momento exacto, al mismo tiempo monitorear los signos vitales de la persona para el cuidado de esta, y a su vez detectar si sufrió un accidente para emitir las alertas necesarias.

Toda la detección se hará a través de sensores y se informará a una red distribuida de ciudadanos incluyendo a sus familiares que cuenten con una aplicación móvil. De esta manera se podrá saber cualquier situación de riesgo referente a las expuestas en la definición del problema. Atacamos esa incertidumbre haciendo que las personas de alguna forma puedan sentirse seguras con el apoyo de la tecnología.

Metodología

La metodología se divide en las siguientes etapas:

1. Investigación de los antecedentes y estado del arte.
2. Diseño de los módulos de sensores, actuadores y playera.
3. Implementación de la playera (prototipo) y app móvil.
4. Pruebas de la playera inteligente.

Etapas 1: Investigación de los Antecedentes y Estado del Arte

Objetivo específico	Meta	Acción	Aspecto
Recopilar artículos relacionadas con las playeras y ropa inteligente	Obtención de la información	Recopilación de Información	Estado del Arte e información base

Etapas 2: Diseño de los módulos de sensores, actuadores y playera inteligente.

Objetivo específico	Meta	Acción	Aspecto
Obtener el diseño de los módulos de sensores, actuadores y playera	Diseño de la playera con sensores y actuadores	Diseñar playera inteligente	Diseño y modelos de la playera inteligente con sensores y actuadores

Etapas 3: Implementación de la playera (Prototipo)

Objetivo específico	Meta	Acción	Aspecto
Construir e implementar la playera inteligente con sensores y actuadores	Construir el prototipo	Desarrollo e implementación del prototipo	Prototipo de la playera inteligente

Etapas 4: Pruebas de la playera inteligente.

Objetivo específico	Meta	Acción	Aspecto
Realizar las pruebas de banco	Funcionalidad de la playera	Pruebas experimentales con el uso de la playera inteligente	Playera inteligente terminada

Resultados esperados e impacto a corto y mediano plazo

La siguiente tabla muestra los resultados esperados a corto y mediano plazo.

Resultado	Plazo
Diseño de la playera inteligente	Corto
Playera inteligente funcional	Mediano
Manual de usuario	Mediano
Vídeo informativo	Corto/Mediano
Publicación de un artículo de revista	Mediano

Los impactos en los diferentes ámbitos son los siguientes:

Impacto	Descripción
Cualitativo	Con el apoyo del desarrollo tecnológico se establecerá una herramienta de apoyo funcional para el monitoreo de signos vitales y situaciones de riesgo a través de una playera inteligente.
Cuantitativo	Con este proyecto se piensa sustentar y apoyar las bases para la implementación de sistemas que sirvan como herramientas en el desempeño de la vida cotidiana de las personas de todo tipo y sobre todo que necesiten supervisión.
Científico	Se verá reflejado en la generación de conocimiento especializado en el área, mediante publicaciones generadas con este proyecto, cabe mencionar que es una responsabilidad social dar a conocer los resultados del trabajo, para la difusión del conocimiento.
Tecnológico	Mediante la investigación aplicada se busca el impulsar el desarrollo tecnológico en el país, especialmente entre tres áreas que son electrónica, computación y medicina.
Social	Con este tipo de desarrollos, las personas tendrán una herramienta más, para sentirse seguros monitoreando situaciones de riesgo en su vida diaria.
Económico	Con el desarrollo de tecnología mexicana se logra contar con herramientas de apoyo para personas que necesiten supervisión, las cuales van enfocadas a personas vulnerables. Además, dichas herramientas se pretenden sean de bajo costo para que puedan ser distribuidos a gran escala en el país.
Ambiental	Con el uso de tecnología de bajo consumo y la implementación de las celdas solares se tendrá un producto amigable con el medio ambiente.

Población beneficiada

- Personas en general, que necesiten monitorear sus signos vitales y sean propensos a sufrir a alguna situación de riesgo (asaltos, secuestros, accidentes, entre otras).

Infraestructura Disponible.

Por motivos de la contingencia a causa del COVID-19 solo podemos contar con:

- Computadoras personales:
 - MacBook Pro, Intel i5, 8GB en RAM, 500GB de HDD, con el sistema operativo macOS Catalina.

- DELL G3 3590, Intel i5, 8GB en RAM, 250GB de SSD, 1T de HDD, tarjeta gráfica INVIDIA GTX 1050, con el sistema operativo Windows 10.
- HP OMEN 15, Intel i7, 24 GB en RAM, 128 GB de SSD, 1T de HDD, tarjeta gráfica INVIDIA GTX 1660, con sistema operativo Windows 10.
- Asus X541NA, Intel Pentium Quad-Core N4200, 4GB RAM, 500GB de HDD, con el sistema operativo Windows 10.
- Acceso a internet alámbrico e inalámbrico.
- Acceso a la biblioteca digital de la universidad con revistas especializadas en ingeniería eléctrica y ciencias de la computación y ciencias de la salud.

Por el momento solo se cuenta con esto, ya que por dicho motivo mencionado anteriormente no nos dan acceso al Centro Universitario UAEM Zumpango.

Requerimientos para realizar el proyecto

Cantidad	Características	Costo aproximado
Varios	Cables y periféricos, actuadores, sensores, tarjetas programables, tela, celdas solares, baterías, pago de servicios y demás insumos necesarios para proyecto	\$50,000

Resultados de la investigación

De acuerdo con los puntos sugeridos en la metodología de la investigación las variables de investigación del proyecto se denotaron de la siguiente manera:

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable
Ritmo cardiaco	Es el número de contracciones que hace el corazón en un minuto y nos ayuda a determinar las condiciones en las cuales se encuentra.	Actividad actual de la persona o estatus de su salud	Número de contracciones Actividad realizada	Cuantitativa Continua
Frecuencia respiratoria	Es la cantidad de respiraciones que hace una persona por minuto. Nos ayuda a saber también las condiciones en las que se encuentra la persona.	Actividad actual de la persona o estatus de su salud	Número de respiraciones Actividad realizada	Cuantitativa Continua
Rutina diaria	Es la descripción del perfil social/laboral de la persona que usara el dispositivo para poder etiquetar sus señales y categorizarlas de la forma que corresponde.	Condiciones a las cuales se somete a diario	Datos generales de la persona Actividades realizadas por día	Cualitativa Nominal

Tabla 8. Operacionalización de las variables de estudio

Situación de riesgo.

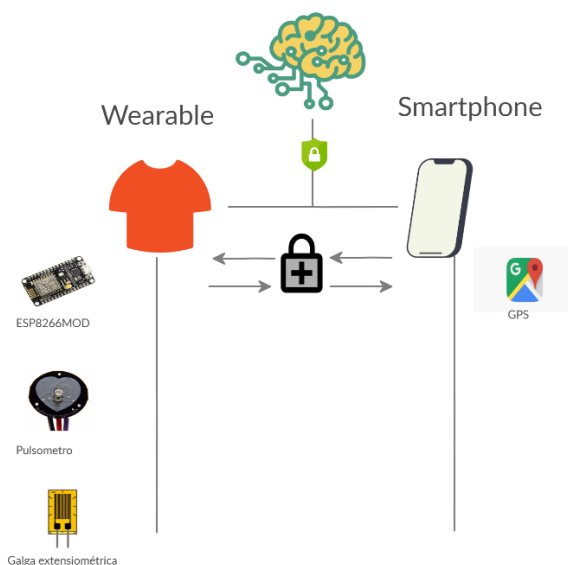


Figura 7. Diagrama de bloques del dispositivo propuesto

Frecuencia cardíaca y las emociones

- Una frecuencia cardíaca en reposo normal oscila entre 60 y 100 latidos por minuto.
- Mientras una persona duerme, según los expertos, lo más adecuado es que las pulsaciones se queden en unas 50 por minuto o un descenso aproximado de un 8% con respecto al conocido como estado de vigilia o reposo despiertos.
- El hecho de caminar eleva el ritmo de modo que se alcanzarían unos 90-100 latidos cada 60 segundos. En caso de aumentar la intensidad de la caminata se puede llegar al 60-70% de la capacidad máxima (unas 130 veces por minuto).
- Al encontrarse haciendo deporte el ritmo cardíaco se eleva de entre el 70% y el 85% de su frecuencia cardíaca máxima, esto es, entre 150 y 180 ppm.

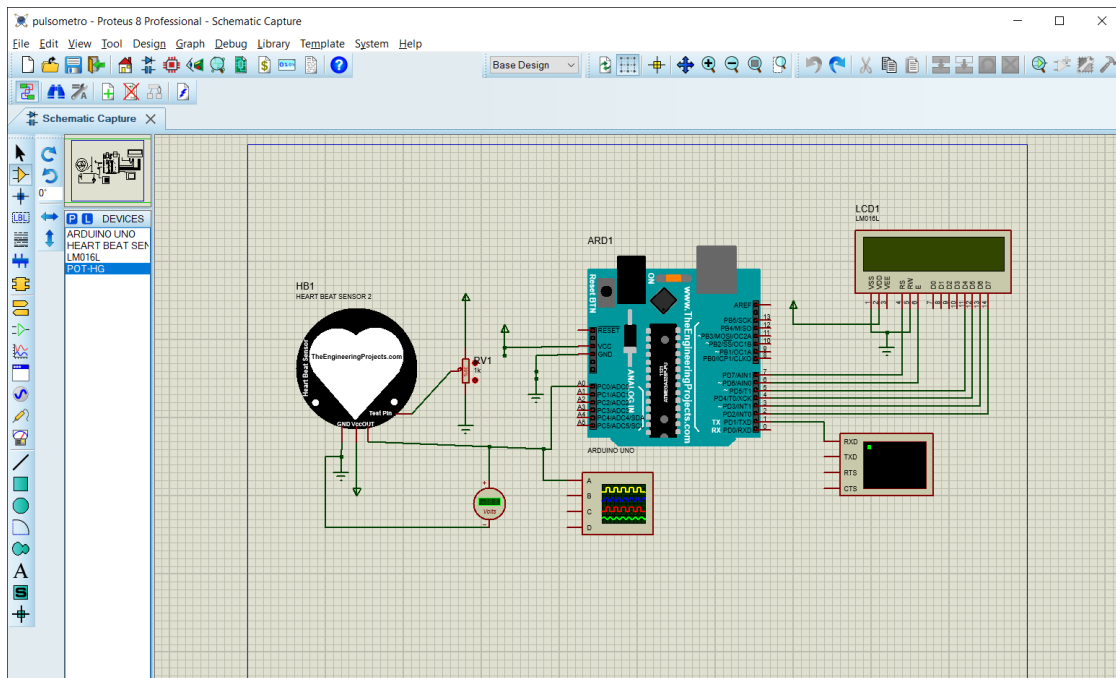


Figura 8. Simulación del dispositivo en software proteus.

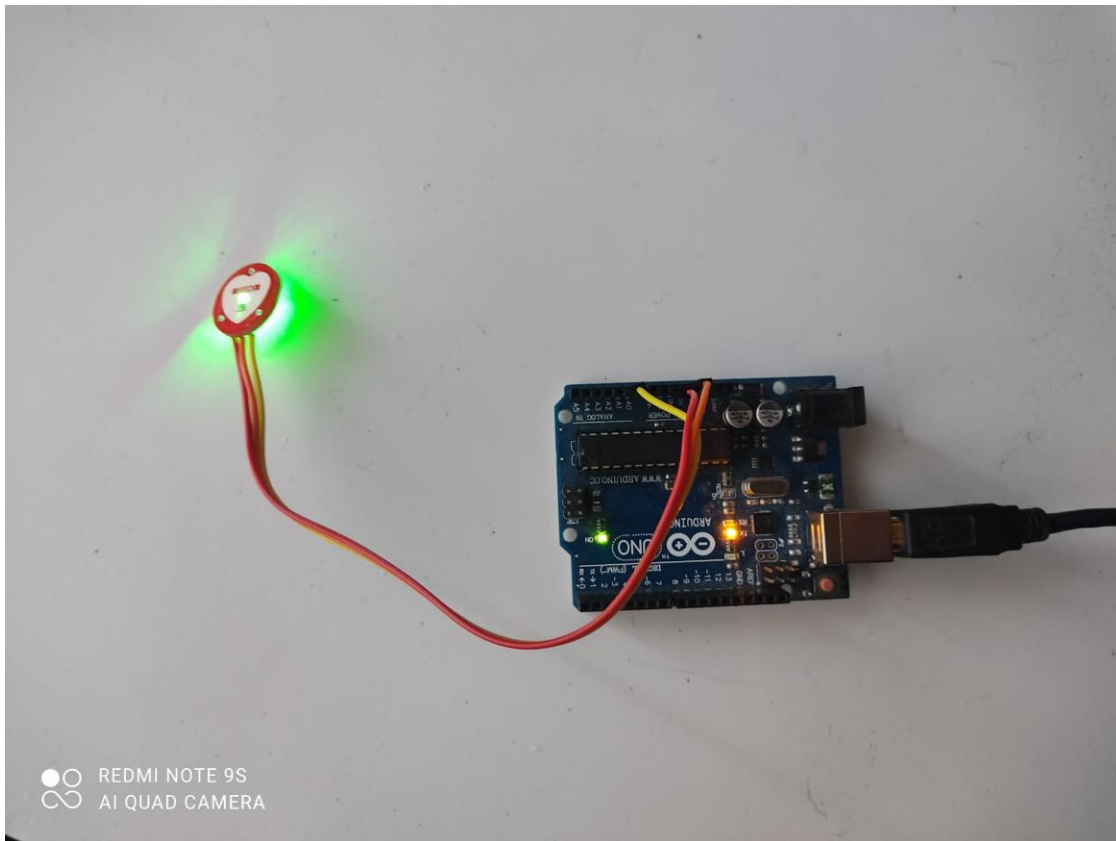


Figura 9. Ensamble de las pruebas físicas.

Clasificación del ritmo cardiaco

Para la primera serie de pruebas se empleo la ayuda de una persona con las siguientes características:

- Edad 22
- Peso 70 kg
- Estudiante
- Masculino

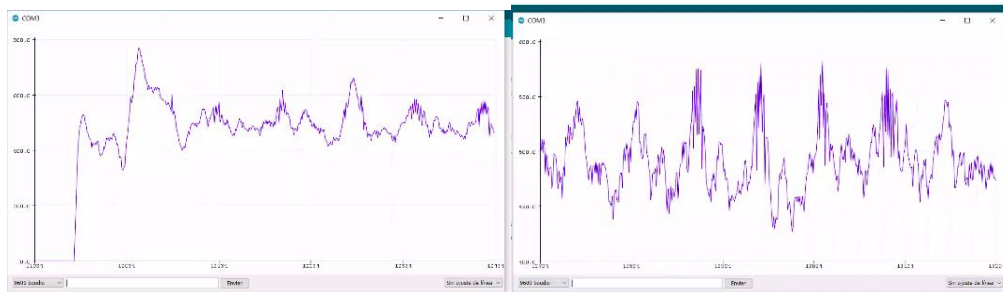


Figura 10. Gráfica del ritmo cardiaco en reposo tomada en brazo.

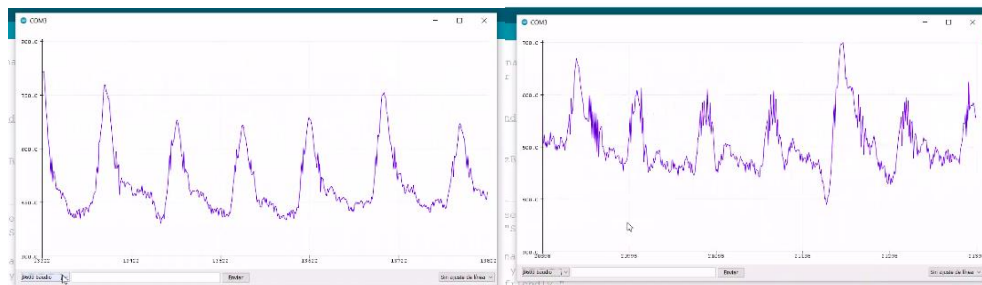


Figura 10. Gráfica del ritmo cardiaco en reposo tomada en pecho.

Todos los datos obtenidos de cada prueba de la persona serán usados para su clasificación por medio de algoritmos de aprendizaje automático. Sin embargo, como primera etapa solo se han hecho pruebas con una persona y simulaciones, la época actual no nos permite interactuar con mas sujetos de prueba o diferentes situaciones de acuerdo a las rutinas de cada persona.



Figura 11. Pruebas físicas del sujeto para obtención del ritmo cardiaco.

Medición de la respiración usando galgas extensiométricas

La respiración de la persona se toma de acuerdo con la presión ejercida en las galgas ubicadas en la parte delantera de la playera, de modo que conforme baja la resistencia del sensor la fuerza va aumentando. Las actividades a las que se somete una persona hacen variar de forma proporcional en conjunto con su ritmo cardiaco. Las primeras pruebas fueron realizadas usando el mismo sujeto y actividades deportivas generales en un entorno controlado para comprobar la fuerza ejercida en el pecho.



Figura 11. Montaje de las galgas y medición de actividad respiratoria.

La presión obtenida por cada galga de la playera se obtuvo directamente en la computadora y el siguiente paso en la investigación es clasificarlo usando una red neuronal.

```

COM3
presión izquierda = 15
presión derecha = 15
*****
presión izquierda = 15
presión derecha = 16
*****
presión izquierda = 15
presión derecha = 18
*****
presión izquierda = 17
presión derecha = 19
*****
presión izquierda = 17
presión derecha = 19
*****
presión izquierda = 17

```

Figura 12. Resultados obtenidos en ejercicio convencional por la playera.

Rutinas diarias y datos generales de la persona

La variable de rutina nos ayuda a dividir las distintas personas de acuerdo con las actividades que se realizan del diario para reducir los patrones de actividades y de esa forma poder obtener una respuesta más exacta a la hora de clasificar su situación actual.

Profesión	Rutina
Ama de casa	Tareas diarias en la casa, desgaste físico y multitarea.
Trabajador	Diferentes actividades físicas y en dado caso esfuerzo extra.
Estudiante	Desgaste mental y actividades generales como ejercicio, caminatas o diferentes actos sociales

Tabla 9. Clasificación de las rutinas.

Predicción y categorización del ritmo cardiaco mediante redes neuronales convolucionales.

Mediante un método basado en redes neuronales convolucionales profundas para la clasificación de los latidos del corazón que es capaz de clasificar con precisión cinco arritmias diferentes de acuerdo con la AAMI EC57 [7]. El método propuesto nos permitirá ingresar los datos de prueba del usuario con la wearable, y poder realizar una predicción enfocándonos en la identificación de algunas en particular que demuestre nuestra hipótesis de poder identificar los cambios que sufre el corazón ante una situación de riesgo.

Este conjunto de datos está compuesto por dos colecciones de señales de latidos cardíacos derivadas de dos famosos conjuntos de datos en la clasificación de los latidos cardíacos, el conjunto de datos de arritmia del MIT-BIH y la base de datos de ECG de diagnóstico del PTB. El número de muestras en ambas colecciones es lo suficientemente grande como para entrenar una red neuronal profunda, el método sugerido es capaz de hacer predicciones con una precisión media del 93,4% y del 95,9% en la arritmia.

Las cinco clasificaciones:

Categoría	Etiqueta
N	Latido normal.
S	Ritmos supraventriculares ectópicos
V	Contracción ventricular prematura.
F	Fusión del latido ventricular y normal
Q	Latido sin clasificar.

Tabla 10. Clasificación de pulsos cardiacos.

Se muestra el ejemplo de clasificación de los latidos del ejemplo del conjunto de datos [8].

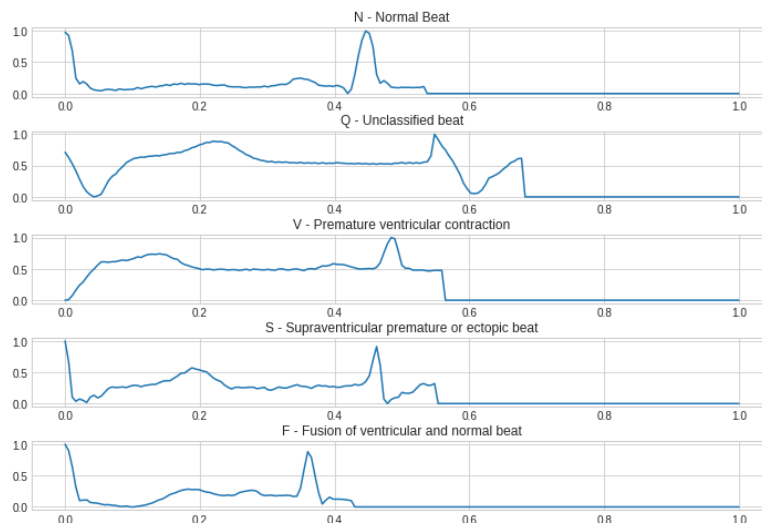


Figura 12. Extracción de latidos de una señal completa del ECG categorizados [8].
La red propuesta por [7] que funcionó en este proyecto se muestra en la siguiente sección:

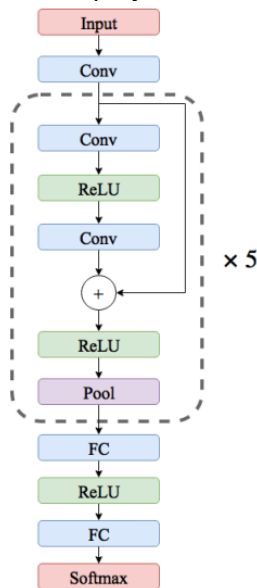


Figura 13. Modelo de red neuronal propuesto por [7].

La red de predicción consiste en cinco bloques residuales seguidos por dos capas totalmente conectadas con 32 neuronas cada una y una capa de softmax para predecir la clase de salida. Para el proceso de entrenamiento se utilizó la librería de código abierto PyTorch desarrollado por el departamento de investigación de inteligencia artificial de Facebook.

Los resultados se adjuntan en el siguiente cuaderno de trabajo de código abierto: <https://bit.ly/395EBAA> [8] en donde se especifican los pasos y el proceso de entrenamiento para la evaluación de cuatro modelos que nos proporcionan la exactitud de un pulso extraído mediante señales del ECG.

```

Test Loss: 0.128242

Test Accuracy of N - Normal Beat: 90% (893/986)
Test Accuracy of S - Supraventricular premature or ectopic beat: 99% (999/1003)
Test Accuracy of V - Premature ventricular contraction: 95% (948/994)
Test Accuracy of F - Fusion of ventricular and normal beat: 93% (940/1001)
Test Accuracy of Q - Unclassified beat: 98% (996/1008)

Test Accuracy (Overall): 95% (4776/4992)
  
```

Figura 14. Evaluación del primer modelo [8].

Siguientes etapas de investigación

- Situaciones diversas en diferentes rutinas, actividades de cada persona.
- Comunicación offline usando red Sigfox
- Identidad online con blockchain
- Alertas en tiempo real
- Conexión con servidor remoto en la nube para detección de la situación

Conclusión

Los resultados favorecieron la idea de interpretar la situación en la que una persona se encuentra realizando una actividad por medio de su ritmo cardiaco, respiración y rutina. La importancia de la investigación se centra en los motivos sociales de seguridad y empatía comunitaria, de modo que los esfuerzos deben ser en conjunto para poder llevar a cabo estas ideas a nivel más allá donde el ambiente de pruebas e investigación se convierta en interacción diaria de cada persona que tenga la posibilidad de usar nuestro dispositivo.

Referencias

- [1] J. Luque Ordóñez, "Dispositivos y tecnologías wearables," Javier Luque Ordóñez, vol. 1, p. 18, 2016, [Online]. Available: <https://cutt.ly/2gc49Lj>
- [2] G. M. G. Sánchez, "Monitorización De Pacientes Con Pulseras Inteligentes," Univ. Alicant. Trab. Fin Grado, p. 164, 2016, [Online]. Available: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/58667>.
- [3] Pérez, M.Martínez. Franco B.Retana. Aragón R.Sánchez, "Identificación de las Estrategias de Regulación Emocional del Miedo en Adultos de la Ciudad de México," Psicol. Iberoam., vol. 17, no. 2, pp. 49–59, 2009.
- [4] B. I. de Desarrollo, "Análisis de la magnitud y costos de la violencia en la Ciudad de México," Banco Interam. Desarro., pp. 1–60, 1998.
- [5] M. G. Javier., "ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DEL RITMO CARDIACO: REPRESENTACIÓN TEMPORAL E ÍNDICES CLÍNICOS," p. 238, 1999.

- [6] P. D. CRUCES, "Procesamiento de la actividad eléctrica cardíaca basado en modelos biológicos y matemáticos.," CONICET, p. 169, 2018.
- [7] M.Kachuee, S.Fazeli, and Sarrafzadeh, "ECG heartbeat classification: A deep transferable representation," Proc. -2018 IEEE Int. Healthc. Informatics, ICHI 2018, pp. 443–444, 2018, doi: 10.1109/ICHI.2018.00092.
- [8] Villasoto, A., 2020. *ECG Heartbeat Categorization Prediction Project*. [online] Kaggle.com. Disponible en: <https://www.kaggle.com/eulerium/ecg-heartbeat-categorization-prediction-project>