

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 1 de 10

FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C.

LICENCIA CREATIVE COMMONS:

Atribución Atribución compartir igual Atribución no comercial sin derivadas
 Atribución sin derivadas Atribución no comercial compartir igual Atribución no comercial

AÑO DE ELABORACIÓN: 2021

TÍTULO

Dispositivo IoT detector de caídas para las personas de la tercera edad

AUTORES

CRISTIAN CAMILO CAPERA PEÑA, TOMAS HUERTAS PRIETO

DIRECTOR(ES) / ASESOR(ES)

JOSE LEON LEON

MODALIDAD: TRABAJO DE INVESTIGACION

PÁGINAS: 115 **TABLAS:** 8 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 68 **ANEXOS:** 7

CONTENIDO

INTRODUCCION
 1. GENERALIDADES
 2. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES
 3. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO
 4. IMPLEMENTACION
 5. ECONOMIA DEL PROYECTO
 6. CONCLUSIONES
 7. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS
 8. BIBLIOGRAFÍA
 ANEXOS

DESCRIPCIÓN

Este trabajo de grado presenta la implementación de un dispositivo IoT para la detección de caídas en adultos mayores, de igual manera el uso de la geolocalización

con el fin de conocer la ubicación de la persona que utilice el mismo, conectando este dispositivo con una plataforma IoT llamada ThingSpeak, la cual permite visualizar la información, para después a través de la página web IFTTT enviar mensajes de alerta que informan a los familiares sobre una posible caída.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó bajo una metodología paso a paso en la que primero se realizó la búsqueda y análisis de información fundamentales para el proyecto, para después establecer la instrumentación y materiales necesarios para la creación del proyecto de grado en la que se incluyen las señales provenientes de los mismos así como el rango de cada operación de cada uno, después se trata la elaboración tanto de hardware como de software del dispositivo IoT, para de esta manera hacer las pruebas de funcionamiento correspondientes en las personas de la tercera edad con tal de identificar caídas delanteras y traseras enviando la posición del usuario que haga uso del dispositivo.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: ACELERACION, GIROSCOPIO, VELOCIDAD ANGULAR, CAIDA, SALUD, INTERNET, PLATAFORMA, IOT, WIFI, DISPOSITIVO, SENSORES, GEOLOCALIZACION, MODULOS.

CONCLUSIONES

1. Al realizar la revisión de los antecedentes se puede detallar que muchos proyectos están relacionados al ámbito IoT y a la salud, se evidencio que en dispositivos similares se tiene el uso de diferentes acelerómetros y de microcontroladores, al enviar datos a través de internet e identificación por radiofrecuencia (RFID), compuestos por diferentes algoritmos como PSO y sistemas de Deep Learning, los cuales están encargados de interpretar las caídas, para luego enviar esta información.
2. Para poder realizar la elección de la instrumentación requerida en el prototipo se tuvieron en cuenta aspectos como: precio, alimentación, conexión, rango y margen de detección, realizando la comparación de diferentes tipos de sensores que realizan las mismas funciones, donde se eligió el sensor MPU6050 debido a que las señales recopiladas por el mismo mostraban el comportamiento de los ejes X, Y y Z en aceleración y posición. Por otra parte se escogió el GPS NEO 6M-V2 debido a su costo y las señales provenientes de las lecturas de latitud y longitud, por medio de la conexión con el protocolo UART, con base en las características sobresalientes de los módulos se identificó el microcontrolador que mejor se adaptara a la conexión y programación de ambos, donde según la tabla comparativa de microcontroladores (Tabla 1), la opción más adecuada es la tarjeta de desarrollo ESP32, principalmente por su tamaño y sus protocolos de comunicación junto a su programación en Mycropython.
3. En el desarrollo de la conexión inalámbrica se realizó todo a partir del microcontrolador ESP32, el cual tiene integrado la conectividad Wifi, vinculado a una plataforma de internet of things llamada ThingSpeak, con el fin de realizar la

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 3 de 10

visualización de la información registrada por los módulos, generando alertas de caídas con la página web IFTTT, la cual envía correos electrónicos a los usuarios registrados cuando el acelerómetro en su eje X detecta una aceleración por encima de 3000 demostrando una caída frontal, así mismo un valor de -3000 para interpretar una caída hacia atrás, finalmente se realiza la vinculación a la aplicación móvil ThingShow, con el propósito de que las personas puedan monitorear en tiempo real el comportamiento motriz de los sensores en el adulto mayor de manera portable.

4. La toma de resultados finales se realizó con dos personas de 83 y 84 años, pertenecientes al grupo de personas de la tercera edad, para los cuales se realizaron pruebas de uso diario donde se demostró el rendimiento de la batería con una duración de 34 horas aproximadamente, que en comparación con los cálculos de consumo teórico con un estimado de 36 horas, se tiene una diferencia de 2 horas lo que da como resultado un error porcentual del 5.5%. Para la toma de valores se demostró un comportamiento estable a lo largo del día, excepto en los instantes de tiempo donde la persona se sentaba, ya que el sensor detecta picos de aceleración con valores de intensidad distintos a los de una caída, los cuales argumentan que el dispositivo IoT detecta únicamente caídas hacia las direcciones frontales y traseras, con pocos errores de falsas alarmas, como lo puede ser al momento de que la persona se acueste. Por medio de la visualización de información en la plataforma ThingSpeak fue posible diferenciar estas falsas alarmas, gracias a la diferencia en cuanto a la magnitud de las medidas y así implementando las reacciones y condiciones correspondientes para él envió del correo de alerta, logrando establecer la comunicación directa entre el dispositivo y la persona.

FUENTES

1. ABADI Imam; ZAINUDIN Akhmad ; IMRON Chairul and FITRIYANAH Dwi . (14 de 10 de 2020). Artificial Intelligent Based Fall Detection System for Elderly People Using IoT. *IEEE Xplore*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/9223419>
 2. AHAMED Farhad; SHAHRESTANI Seyed and CHEUNG Hon. (2019). Intelligent Fall Detection with Wearable IoT. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/odgnb>
 3. ALARIFI Abdulaziz and ALWADAIN Ayed. (2021). Killer heuristic optimized convolution neural network-based fall detection with wearable IoT sensor devices. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/9ag59>
 4. AL-KABABJI, Ayman; AMIRA, Abbas; BENSALI, Fayçal; JAUROUF, Abdulah; SHIDQI, Lisan and DJELOUAT, Hamza. (2021). An IoT-based framework for remote fall monitoring. *Scopus*. Recuperado el 24 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/7a6u>
 5. ALSINA Guillem. (14 de 05 de 2020). Circuito acondicionador de señal. *diario electronico hoy*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://www.diarioelectronico hoy.com/circuito-acondicionador-de-senal/>
-

6. Antenna Theory. *Microstrip rectangular Antenna*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://www.antenna-theory.com/spanish/antennas/patches/patch.php>
7. ATAYERO, Aderemi ; OZARA, Richard; POPOOLA, Segun and MATTHEWS, Víctor. (21 de 10 de 2016). Development of smart assistive DTMF home automation system for ageing population. *Scopus*. Recuperado el 26 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/i8tty>
8. BATISTA Arys ; ESPINOZA; Karol and CARRAQUILLA Carla. (14 de 06 de 2018). An Internet of Things (IoT) application to control a wheelchair through EEG signal processing. *IEEE Xplore*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8383877>
9. BERNADUZ Tirza Fidela ; SUBEKTI Luki B and BANDUNG Yoanes. (27 de 06 de 2020). IoT-Based Fall Detection and Heart Rate Monitoring System for Elderly Care. *IEEE Xplore*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8969845>
10. CARDENAS Alvaro. (2016). *¿Qué es una plataforma IoT?* Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://secmotic.com/plataforma-iot/#gref>
11. CASACCIA, Sara; ROMEO, Luca; CALVARESI, Andrea; MORRESI, Nicole; MONTERIÚ, Andrea; FRONTONI, Emanuele; SCALISE, Lorenzo And REVEL, Gian Marco. (15 de 07 de 2020). Measurement of Users' Well-Being through Domotic Sensors and Machine Learning Algorithms. *Scopus*. Recuperado el 25 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/ij09k>
12. CHARLES C.-H. Hsu; WANG Micha ; SHEN Hsien ; CHIANG Ranma and WEN Charles. (24 de 07 de 2017). FallCare+: An IoT surveillance system for fall detection. *IEEE Xplore*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/7988590>
13. CHEN Tzer-Long; KANG Tsan-Ching; CHANG Chien-Yun; HSIAO Tsung-Chih and CHEN Chih-Cheng. (2020). Smart home power management based on internet of things and smart sensor networks. *Scopus*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/e4pgs>
14. Code: Internet of Things. (2018). *Accelerometer*. Recuperado el 20 de 03 de 2020, de <https://docs.idew.org/code-internet-of-things/references/physical-inputs/accelerometer>
15. Control Automatico Educacion. (2020). *Comunicación I2C*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://controlautomaticoeducacion.com/microcontroladores-pic/comunicacion-i2c/>
16. DE LUCA Graciela; CARNUCCIO Esteban; GARCIA Gerardo and BARRILLARO Sebastián. (22 de 12 de 2016). IoT fall detection system for the elderly using Intel Galileo development boards generation I. *IEEE Xplore*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/7785997>

17. DEY Anindya; STUART Kim; TOLENTINO Matthew. (07 de 07 de 2018). Characterizing the impact of topology on IoT stream processing. *IEEE Xplore*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8355119>
18. Digikay. (2018). *Aplicar la fusión de sensores a acelerómetros y giroscopios*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://www.digikay.com/es/articles/apply-sensor-fusion-to-accelerometers-and-gyroscopes>
19. EcuRed. *Giroscopio*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de <https://www.ecured.cu/Giroscopio>
20. Ecured. *Microcontrolador*. Recuperado el 05 de 03 de 2021, de <https://www.ecured.cu/Microcontrolador>
21. ESPloradores. (2019). *MICROPYTHON ESP32 – ¿Qué son Python y MicroPython?* Recuperado el 21 de 10 de 2021, de https://www.esploradores.com/python_y_micropython_que_son/
22. Evaluando Software. (17 de 03 de 2021). *Qué es la geolocalización y cómo funciona*. Recuperado el 20 de 03 de 2021, de <https://www.evaluandosoftware.com/la-geolocalizacion-funciona/>
23. Evaluandosoftware.com. (2021 de 03 de 17). *Qué es la geolocalización y cómo funciona*. Recuperado el 20 de 03 de 2021, de <https://www.evaluandosoftware.com/la-geolocalizacion-funciona/>
24. FANG-YIE Leu; CHIA-YIN Ko; YI-CHEN Lin; HERU Susanto and HSIN-CHUN Yu. (2018). Fall Detection and Motion Classification by Using Decision Tree on Mobile Phone. *Scopus*. Recuperado el 27 de 07 de 2021
25. GEORGAKOPOULOS Spiros; TASOULIS Sotiris; MALLIS Georgios; VRAHATIS Aristidis; PLAGIANAKOS Vassilis and MAGLOGIANNIS Ilias . (2020). Change detection and convolution neural networks for fall recognition. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/nzbjz>
26. GERA Saksham; MRIDUL Mridul and SHARMA Sachin. (2021). IoT based Automated Health Care Monitoring System for Smart City. *Scopus*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/u22ep>
27. Geriatricarea. (02 de 2018). *Consecuencias de las caídas en las personas mayores*. Recuperado el 24 de 02 de 2021, de <https://www.geriatricarea.com/2018/02/20/consecuencias-las-caidas-las-personas-mayores/>
28. Google Sites. *Todo sobre Microcontroladores*. Recuperado el 02 de 03 de 2021, de <https://sites.google.com/site/21511090proyecto/tipos-de-microcontroladores/microchip>
29. GUPTA Akash; SRIVASTAVA Rohini; GUBTA Himanshu and KUMAR Basant. (16 de 03 de 2021). IoT Based Fall Detection Monitoring and Alarm System For Elderly. *IEEE Xplore*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/9376569>

30. HASHIN Norlezah; IDRIS Fakrulradzi; NUR Tuan; TUAN Anisa; AZIZ Ab; JOHARI Siti Halma; MOHD NOR Rozilawati and AB WAHAB Norfariza. (2021). Location tracking using LoRa. *Scopus*. Recuperado el 21 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/smxl7>
31. HBK Company. *Consejos de utilización: Métodos de calibración de sensores en PMX*. Recuperado el 16 de 06 de 2021, de <https://www.hbm.com/es/4778/metodos-de-calibracion-de-sensores/>
32. Healthdirect. (06 de 2020). *Falls and the elderly*. Recuperado el 01 de 03 de 2021, de <https://www.healthdirect.gov.au/falls>
33. Ingeniería Mecafenix. (23 de 05 de 2017). *Sensor de proximidad capacitivo*. Recuperado el 03 de 03 de 2021, de ¿Qué es un sensor capacitivo?: <https://n9.cl/w8axv>
34. Itop. (2021). *IoT: ¿Cuáles son sus componentes principales?* Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://www.itop.es/blog/item/iot-cuales-son-sus-componentes-principales-y-aplicaciones.html>
35. JEAN Devin; STEIN Gordon and LEDECZI Ákos. (2021). Demo Abstract: Hands-On IoT education with mobile devices. *Scopus*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/b0sxm>
36. JOSHI Nirmala and NALBALWAR S.L. (15 de 05 de 2018). A fall detection and alert system for an elderly using computer vision and Internet of Things. *IEEE Xplore*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8256804>
37. JOST, Danny. (09 de 07 de 2019). *Fierce Electronics*. Recuperado el 03 de 03 de 2021, de What is a proximity sensor?: <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-a-proximity-sensor>
38. KAU Lih-Jen ;SHENG Chih. (04 de 06 de 2016). A Smart Phone-Based Pocket Fall Accident Detection, Positioning, and Rescue System. *IEEE Xplore*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/6825801>
39. KAUDKI Bharati and SURVE Anil. (11 de 03 de 2019). IOT Enabled Human Fall Detection Using Accelerometer and RFID Technology. *IEEE Xplore*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8663092>
40. KHALIFEH Ala; SALEH Adham; AL-NUIMAT Mahmoud; ABOU-TAIR Dhiah and ALNUMAN Nasim . (2016). Design and implementation of internet of things and cloud based platform for remote health monitoring and fall detection. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/2l2bt>
41. Khan Academy. (2016). *¿Qué es la aceleración?* Recuperado el 21 de 10 de 2021, de <https://n9.cl/ured7>
42. KRAFT, DImitri; SRINIVASAN, Karthik and BIEBER, Gerald. (06 de 2020). Wrist-worn accelerometer based fall detection for embedded systems and IoT devices using deep learning algorithms. *Scopus*. Recuperado el 24 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/qqlmi>

43. KUBOV ; Dymyrov; STOJANOVIC Radovan ; Kubova R. and ŠKRAB Andrej. (07 de 07 de 2020). A Feasible IoT System for Monitoring PPG and ECG Signals by using Low-cost Systems-on-chips and HTML Interface. *IEEE Xplore*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/9134219>
44. LUKAS, Albert; MAUCHER, Irene; BUGLER, Sandra; FLEMMING, Daniel AND MEYER, Ingo. (2020). Security and user acceptance of an intelligent home emergency call system for older people living at home with limited daily living skills and receiving home care. *Scopus*. Recuperado el 26 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/uf13>
45. MANAS Munish; SINHA Aniruddha; SHARMA Shubham and MAHBOOB Rahat . (2019). A novel approach for IoT based wearable health monitoring and messaging system. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/4vcpa>
46. MecatronicaLATAM. *Sensores*. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/>
47. MicroPython. (2021). *Watch MicroPython in action*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://micropython.org/>
48. Ministerio de salud y proteccion social. (2020). Orientaciones para medidas de seguridad y de prevencion de accidentes en el hogar en el marco del estado de emergencia por Sars-Cov2 (COVID 19). 15 pag. Recuperado el 23 de 02 de 2021
49. Miray telecomunicaciones. (10 de 03 de 2021). *Dispositivo detectar de caidas*. Obtenido de <https://www.mirayconsulting.com/dispositivo-detector-de-caidas-neat/>
50. MRINAL Devarshi; GUPTA Aman; SRIVASTATAVA Abhishek; VIDWANS Amogh; AHMAD Meraj; SHELKE Aniruddha and KALEJ Salil . (2018). A pulse oximeter system, OxiSense, with embedded signal processing using an ultra-low power ASIC designed for testability. *Scopus*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/52e4i>
51. Narom Andoya Space Center. *Calibrating the sensors*. Recuperado el 16 de 06 de 2021, de <https://www.narom.no/undervisningsressurser/the-cansat-book/the-primary-mission/using-the-sensors/calibrating-the-sensors/>
52. Naylamp Mechatronics. (2021). *TUTORIAL MPU6050, ACELERÓMETRO Y GIROSCOPIO*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de https://naylampmechatronics.com/blog/45_tutorial-mpu6050-acelerometro-y-giroscopio.html
53. Nexo Psicología Aplicada. *¿Qué son los trastornos psicofisiológicos?* Recuperado el 17 de 06 de 2021, de <http://www.nexopsicologia.com/problemas-psicologicos/trastornos-psicofisiologicos-madrid>
54. Omega. *Acelerómetro*. Recuperado el 03 de 03 de 2021, de ¿Qué es un acelerómetro?: <https://es.omega.com/prodinfo/acelerometro.html>

55. Oracle. *¿Qué es IoT?* Recuperado el 20 de 03 de 2021, de <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/>
56. OYEKANLU Emmanuel and SCOLES Kevin. (25 de 10 de 2018). Real-Time Distributed Computing at Network Edges for Large Scale Industrial IoT Networks. *IEEE Xplore*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8495797>
57. PEREIRA Renata; JUCÁ Sandro and CARVALHO Paulo. (2019). IoT embedded systems network and sensors signal conditioning applied to decentralized photovoltaic plants. *Scopus*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/u4gzl>
58. PEREZ, Anisbel; ROQUE-PEREZ, Lázaro y PLAIN PAZOS, Claribel. (2020). Las caídas, causa de accidente en el adulto mayor. 6 pag. Recuperado el 23 de 02 de 2021
59. PONCE Sergio; PICCINI David; AVETTA Sofía; SPARAPANI Alexis; ROBERTI Martín; ANDINO Nicolás; GARCIA Camilo and LOPEZ Natalia. (06 de 2018). Wearable sensors and domotic environment for elderly people. *Scopus*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/4whtc>
60. Pontificia Universidad Católica de Chile. *Caídas en el adulto mayor*. Recuperado el 1 de 03 de 2020, de <https://medicina.uc.cl/publicacion/caidas-adulto-mayor/>
61. RAMACHANDRAN Anita and KARUPPIA Anupama. (2020). System Architecture of a Smart Fall Detection System. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021
62. RATHI Neeraj; KAKANI Monika; EL-SHARKAWY Mohamed and RIZKALIA Maher . (2017). Wearable low power pre-fall detection system with IoT and bluetooth capabilities. *Scopus*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/zv0wk>
63. Rechner Sensors. *Sensor capacitivo: Controles de presencia y mediciones de distancia en espacios reducidos*. Recuperado el 03 de 03 de 2021, de <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/sensor-capacitivo>
64. REYES, Rosario Vázquez. (07 de 2018). *Intech mexico*. Recuperado el 09 de 03 de 2021, de Conceptos Básicos: Características de los Instrumentos de Medición: <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2018/05/01/conceptos-basicos-caracteristicas-de-los-instrumentos-de-medicion/>
65. Rohde & Schwarz. (2021). *Qué es UART*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de https://www.rohde-schwarz.com/es/productos/test-y-medida/osciloscopios/educational-content/que-es-uart_254524.html
66. SAP Insights. *¿Qué es internet de las cosas (IoT)?* Recuperado el 21 de 10 de 2021, de <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>
67. SARMAH Roshmi ; BHUYAN Manasjyoti and BHUYAN Monowar H. (22 de 07 de 2019). SURE-H: A Secure IoT Enabled Smart Home System. *IEEE Xplore*.

- Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8767229>
68. Sherlin.Xbot.Es. *¿Que es un microcontrolador?* Recuperado el 02 de 03 de 2021, de <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores/que-es-un-microcontrolador>
69. SHU, Francy y SHU, Jeff. (2021). An eight-camera fall detection system using human fall pattern recognition via machine learning by a low-cost android box. *Scopus*. Recuperado el 26 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/4nop>
70. Significados. (2018). *Qué es un GPS*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de <https://www.significados.com/gps/>
71. SOBYA D; MURUGANANDHAM S.K; NALLUSAMY S and CHAKRABORT P. (2018). *Scopus*. *Wireless ECG monitoring system using IoT based signal conditioning module for real time signal acquisition*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/gbpa>
72. SRINIVASAN Aparajith ;NATARAJAN Nithya; VIGNESH Raj ; ELANGO VAN Ramya and SHANKAR hankar Abirami . (21 de 0}6 de 2021). Elder Care System using IoT and Machine Learning in AWS Cloud. *IEEE Xplore*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/9322834>
73. STOLOJESCU Cristina; CRISAN Calin and BUTUNOI Bogdan-Petru. (2021). An iot-based smart home automation system. *Scopus*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de Scopus: <https://n9.cl/iz1jc>
74. Tecnología para los negocios. *Caminar con éxito hacia la Industria 4.0: Capítulo 14 – Dispositivos (I) Internet de las cosas (IoT)*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/caminar-con-exito-hacia-la-industria-4-0-capitulo-14-dispositivos-i-internet-de-las-cosas-iot/>
75. Texas Instruments. *Texas Instruments*, <https://www.ti.com/>. Recuperado el 14 de 04 de 2021
76. TRIMANANDA, Rahmadi; AQAJARI, Seyed Amir Hossein; CHUANG, Jason; DEMSKY, Brian; XU, Guoqing Harry and LU, Shan. (11 de 2020). Understanding and automatically detecting conflicting interactions between smart home IoT applications. *Scopus*. Recuperado el 24 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/7z2eg>
77. TSAI, Yinte; FAN, Chialing; LO, Chialing and HUANG, Shuohsin. (21 de 07 de 2017). SmartLohas: A smart assistive system for elder people. *Scopus*. Recuperado el 26 de 02 de 2021, de <https://n9.cl/0qza4>
78. Universo Formulas. (2017). *VELOCIDAD ANGULAR*. Recuperado el 25 de 09 de 2021, de <https://www.universoformulas.com/fisica/cinematica/velocidad-angular/>
79. VAIYAPURI Thavavel ; LAXMI Lydia;SIKKANDAR Mohamed ;GARCIA Vicente;PUSTOKHINA Irina and PUSTOHin Denis. (02 de 07 de 2021).

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 10 de 10

- Internet of Things and Deep Learning Enabled Elderly Fall Detection Model for Smart Homecare. *IEEE Xplore*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/9471869>
80. VELAZQUEZ, Paola. (21 de 09 de 2020). Poblacion mayor de 60% en colombia aumento en 13,4% en 2019 segun el DANE. *CONSULTORSALUD*. Recuperado el 14 de 04 de 2021, de <https://consultorsalud.com/poblacion-mayor-de-60-aumento-segun-el-dane/>
81. WAHEED Shaikh I;KHADER Sheik. (08 de 11 de 2018). A Novel Approach for Smart and Cost Effective IoT Based Elderly Fall Detection System Using Pi Camera. *IEEE XPLORE*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8524486>
82. WU Fan ; WU Taiyang and YUCE Mehmet. (22 de 07 de 2019). Design and Implementation of a Wearable Sensor Network System for IoT-Connected Safety and Health Applications. *IEEE Xplore*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8767280>
83. YAICI Wahiba; KRISHNAMURTHY Karthik; ENTECHEV Evgueniy and LONGO Michela. (03 de 2021). Recent advances in internet of things (IoT) infrastructures for building energy systems: A review. *Scopus*. Recuperado el 26 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/c1w02a>
84. ZHU Na; ZHAO Guangzhe; ZHANG Xiaolong and JIN Zhexue . (2021). Falling motion detection algorithm based on deep learning. *Scopus*. Recuperado el 28 de 07 de 2021, de <https://n9.cl/fwmgl>

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Programación prueba acelerómetro
 - Anexo B. Programación prueba GPS
 - Anexo C. Código de conexión Wifi para él envió de información a ThinkSpeak
 - Anexo D. Código final declaración e importación de librerías
 - Anexo E. Código final declaración de pines y funcionamiento de los módulos acelerómetro y GPS a utilizar
 - Anexo F. Código final para el envío de los datos a ThingSpeak
 - Anexo G. Manual de Usuario
-