ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.496

Automatic Medication Dispensing Prototype

Robinson Jiménez Moreno[1]; José Miguel Bejarano Restrepo[2]; Javier Eduardo Martínez Baquero[3]
[1,2]Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, *robinson.jimenez@unimilitar.edu.co, est.jose.bejarano@unimilitar.edu.co*
[3]*Universidad de los Llanos, Colombia, jmartinez@unillanos.edu.co*

Abstract–This paper describes the design of an automatic pill dispenser, which is developed from a CAD model, which is then 3D printed. Subsequently, the device is assembled incorporating the necessary electronics for its operation, using an ESP32 microcontroller card. To facilitate the control of the dispenser, a mobile application is created using APP Designer, which allows to manage and activate the servomotors responsible for the dispensing of the tablets. The mobile application facilitates the user's interaction with the system, making it possible to program and control the dispensing of medication in a precise manner. In addition, the effectiveness of the module is validated when used through the mobile application, ensuring its correct functioning in the dispensing process. This design not only optimizes medication administration, but also incorporates safety measures to prevent accidents, especially in environments with children, providing additional control to prevent minors from having unauthorized access to medications. In this way, the system not only improves accuracy and efficiency in tablet dispensing, but also offers a level of protection, ensuring safe and proper use of the dispenser.

Keywords-- Wireless communication, CAD design, tablet dispenser, ESP32, prototype.

Prototipo automático de dispensación de medicamentos

Robinson Jiménez Moreno 1; José Miguel Bejarano Restrepo 2; Javier Eduardo Martínez Baquero3
[1,2]Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, *robinson.jimenez@unimilitar.edu.co, est.jose.bejarano@unimilitar.edu.co*
[3]*Universidad de los Llanos, Colombia, jmartinez@unillanos.edu.co*

Resumen–Este documento describe el diseño de un dispensador automático de pastillas, que se desarrolla a partir de un modelo en CAD, el cual luego es impreso en 3D. Posteriormente, se ensambla el dispositivo incorporando la electrónica necesaria para su funcionamiento, utilizando una tarjeta microcontroladora ESP32. Para facilitar el control del dispensador, se crea una aplicación móvil mediante APP Designer, que permite gestionar y activar los servomotores responsables de la dispensación de las pastillas. La aplicación móvil facilita la interacción del usuario con el sistema, permitiendo programar y controlar el suministro de medicamentos de manera precisa. Además, se valida la efectividad del módulo al ser utilizado a través de la aplicación móvil, asegurando su correcto funcionamiento en el proceso de dispensación. Este diseño no solo optimiza la administración de medicamentos, sino que también incorpora medidas de seguridad para prevenir accidentes, especialmente en entornos con niños, proporcionando un control adicional para evitar que los menores tengan acceso no autorizado a los medicamentos. De esta manera, el sistema no solo mejora la precisión y la eficiencia en la distribución de pastillas, sino que también ofrece un nivel de protección, garantizando un uso seguro y adecuado del dispensador.

Palabras clave— Comunicación inalámbrica, diseño CAD, dispensador de pastillas, ESP3, prototipo.

I. INTRODUCCIÓN

Los medicamentos son esenciales para el tratamiento y la prevención de enfermedades, desempeñando un papel crucial en el control de diversas condiciones de salud. No obstante, el incumplimiento de los tratamientos médicos reduce gradualmente la efectividad preventiva o curativa de los fármacos, lo que puede generar consecuencias negativas. En algunos casos, esto provoca el empeoramiento de la enfermedad o el desarrollo de patologías con un fuerte componente degenerativo. Esto, en el mejor de los casos, resulta en un deterioro considerable de la calidad de vida de los pacientes. Es fundamental seguir las indicaciones médicas y mantener una adherencia estricta a los tratamientos para evitar complicaciones y mejorar los resultados en salud [1].

La dispensación de medicamentos es el proceso en el que los medicamentos recetados a los pacientes en cantidad y con instrucciones para ser utilizados, por parte de un professional en el área. Dichos fármacos pueden ser presentados de dos formas: independientes, es decir, presentaciones de un cierto fármaco que no formen parte de combinaciones y yuxtapuestos a otros con los que puedan confundirse. Asociados o mezcla, que son preparaciones que contienen más de un fármaco conjunto, uniformemente distribuidos y que se presentan de forma que, por medios farmacéuticos adecuados, se pueden fraccionar en dosis unitarias que contengan la cantidad apropiada de cada uno de los fármacos por toma [2].

La dispensación de productos farmacéuticos se viene realizando tradicionalmente utilizando recetas escritas manualmente por los facultativos con las características correspondientes, sin embargo, en los últimos años, un número importante de hospitales ha decidido implementar códigos de barras estándar con éxito. En muchas áreas de hospitalización se han implementado sistemas de verificación del tratamiento dispensado mediante el escaneo del código de barras del paciente y del medicamento [3].

Para los fármacos que se dispensan de forma unitaria por dosis, se utiliza un sistema de almacenamiento automatizado que suministra a los profesionales los medicamentos dispuestos por paciente y toma desde que la receta electrónica se envía a la farmacia, procediendo a la verificación en cada área de hospitalización tras el escaneo de la receta y del medicamento, siendo un proceso sin errores. El sistema de verificación y dosificación personalizada se compone de dos módulos, uno que posibilita al farmacéutico verificar la medicación que el paciente tiene programada. El circuito de dispensación del medicamento incluía al farmacéutico. El sistema informático hospitalario comunicaba al módulo de los módulos del medicamento a dispensar, la historia clínica y los diagnósticos en cada caso; el farmacéutico seleccionaba los medicamentos a verificar [4][5].

Varios desarrollos se están presentando en los últimos años [6][7][8] con relación a la dispensación de medicamentos y su supervisión en consumo, especialmente diseñados pensando en los adultos mayores [9][10]. Las tecnologías basadas en IoT presentan ventajas en este aspecto permitiendo integrar sensores para el reporte y control del consumo de pastillas en tiempo real [11][12] teniendo en cuenta variables como su fecha de caducidad [13] y también permite automatizar la dispensación de píldoras con una interfaz para uno o varios usuarios simultáneamente [14] proporcionando

información contínua a los cuidadores de los usuarios. De forma que incluso algoritmos de inteligencia artificial hacen parte de los métodos de identificación de pastillas para el diseño de dispensadores, como se expone en [15] y en [16].

Técnicas basadas en realidad aumentada [17], discriminación de color [18], descriptores de características y clasificadores bayesianos o de vecinos cercanos [19], son técnicas tradicionales en la identificación y clasificación de objetos aplicados en los casos mencionados para discriminación de pastillas. Técnicas recientes basadas en aprendizaje profundo [20], específicamente en redes convolucionales [21] y usando DBNet como marco de detección de texto sumado a una red neuronal convolucional recurrente (CRNN) [22] permiten la identificación de pastillas con niveles de precisión elevados.

Frente a sistemas recomendadores no se ha encontrado en el estado del arte alguno orientado al horario de consumo de pastillas acorde a los hábitos diarios, lo cual es uno de los aportes de esta propuesta de investigación. Recomendadores bayesianos basados en los intereses del usuario están reportados en la literatura actual [23][24] y son susceptibles de integrarse con otros algoritmos para robustecer su labor [25][26]. De igual forma se encuentran investigaciones desarrolladas sobre sistemas portables que permiten conectividad wifi y soportan algoritmos robustos de inteligencia artificial [27][28].

Existen sistemas que presentan dispositivos robotizados para la selección del producto, pero prácticamente en su totalidad debemos descartarlos, ya que, aparte de presentar un coste demasiado elevado para la mayoría de farmacias, parece que estas máquinas no son capaces de garantizar el número de las unidades dispensadas (dado los fallos que se han desencadenado por acumulación de fármacos en dispensadores tanto del robot como del dispensador de medicación individual). En la actualidad se están desarrollando investigaciones y sistemas durante los últimos años bajo el lema “error cero” en la dispensación de medicamentos [29].

La proliferación de robots de dispensación ayuda, los más generalizados del mercado, permite a los farmacéuticos centrarse en otras actividades, dedicar menos tiempo a verificar que los medicamentos correctos se administran al paciente o distribuir aportando valor añadido, en lugar de simplemente preparar, o incluso a diseñar reducción de errores y problemas derivados de ellos[30].

Este articulo esta dividido en cuatro secciones, la introducción actual, la sección dos con el diseño y montaje del prototipo, la sección tres donde se presentan las pruebas y resultados obtenidos en el uso del sistema para dispensación de medicamentos y finamente la sección cuatro doce se exponen las conclusiones alcanzadas y trabajo futuro.

II. Diseño y montaje

A. *Modelo CAD*

En el diseño del prototipo se consideran aspectos preliminares clave, como la posibilidad de suministrar diferentes tipos de pastillas, limitándose a un máximo de cuatro. Se opta por un sistema de suministro con una única salida, utilizando actuadores basados en servomotores. Estos actuadores emplean un mecanismo de piñón y cremallera que convierte el giro en movimiento lineal, permitiendo la expulsión precisa de las pastillas. Este diseño busca asegurar un proceso eficiente y controlado, garantizando un suministro adecuado y fiable de las pastillas según las necesidades del usuario o del sistema.

El diseño CAD se muestra en la Fig. 1. Los cuatro módulos de dispensación están diseñados para contener un grupo de pastillas tipo píldora, con un tamaño máximo de 2,5 cm de ancho y 0,5 cm de grosor. Cada módulo tiene una capacidad para almacenar hasta siete píldoras, lo que permite una recarga semanal. Este diseño garantiza un suministro adecuado y controlado de las pastillas, facilitando su dispensación de acuerdo con las necesidades del usuario.

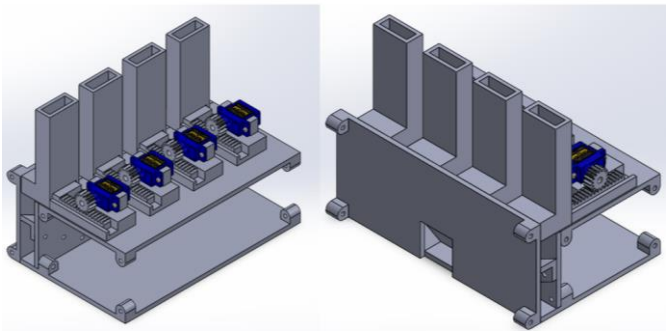


Fig. 1. Diseño CAD de las piezas.

B. *Impresión 3D y ensamble*

El prototipo se imprime utilizando diferentes tipos de material, seleccionados según la rigidez requerida en cada parte del diseño. Esta elección asegura que cada componente tenga las características necesarias para su correcto funcionamiento y durabilidad. Las piezas del prototipo, que muestran esta variabilidad en los materiales, se ilustran en la Fig. 2, permitiendo observar cómo se distribuyen los distintos tipos de materiales según la función específica de cada pieza. Esto optimiza tanto la resistencia como la flexibilidad del prototipo, garantizando un desempeño eficiente y adecuado.

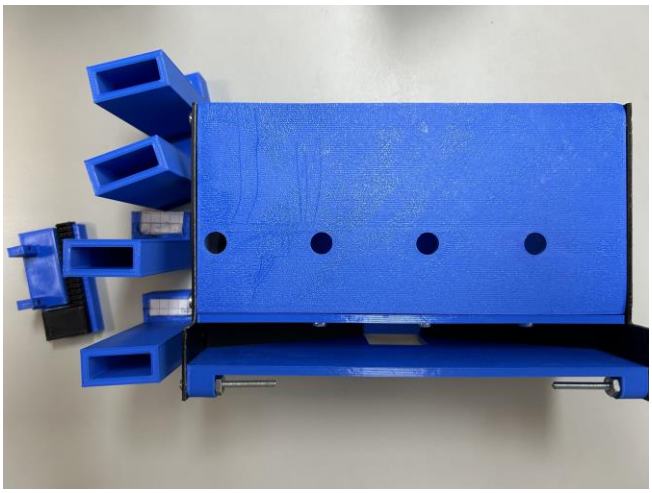


Fig. 2. Impresión de las piezas.

La Tabla I relaciona la cantidad de material de impresión por piezas y su total, así como los costos asociados y las características del proceso de impresión. Para el caso Tex corresponde a temperatura de extrusor (°C), Tc a la temperatura de cama (°C), Ti al Tiempo de impresión en formato (hh:mm), Mat al tipo de material de impresión empleado y el costo esta dado en pesos colombianos (COP).

TABLA I
MATERIALES Y COSTOS DE IMPRESIÓN

Parte impresa	Cant.	Gr.	Tex	Tc	Ti	Mat.	Costo.
Cremallera	4	20	240	110	2:32	ABS	1600
Engranaje	4	4	240	110	0:52	ABS	320
Plataforma	4	68	210	70	6:36	TPU	7820
Rampa 1	1	8	240	110	1:07	ABS	640
Rampa 2	1	8	240	110	1:07	ABS	640
Pared	1	49	200	60	4:10	PLA	4165
Pared exterior	1	65	200	60	5:31	PLA	5525
Pared lateral	2	20	240	110	2:20	PLA	1700
Piso	1	94	200	60	7:42	PLA	7990
Repisa	1	81	200	60	7:06	PLA	6885
Torre	4	108	200	60	16:36	PLA	9180
TOTAL	24	525			55:39		46465

El ensamble con la parte electrónica implica determinar el tipo de servomotor a emplear, para el caso y por su bajo consumo se escoge la referencia SG90 que cuenta con un peso de 9 g, unas dimensiones de 22.2 x 11.8 x 31 mm, un torque de 1.8 kgf·cm, una velocidad de operación: 0.1 s/60 grados a un voltaje de Operación de 4.8 a 5 Voltios.

Como sistema de control se emplea un módulo WiFi EP32 WROOM que trabaja a una velocidad de 240 MHz con un voltaje de 5 Voltios y cuenta entre otros con comunicación WiFi 802,11 a 2,4GH y Bluetooth versión 4.2. Este modulo permite el control de los cuatro servomotores internamente bajo programación y bajo la comunicación con celular mediante una app. La Fig. 3 ilustra el montaje con la electrónica incorporada.

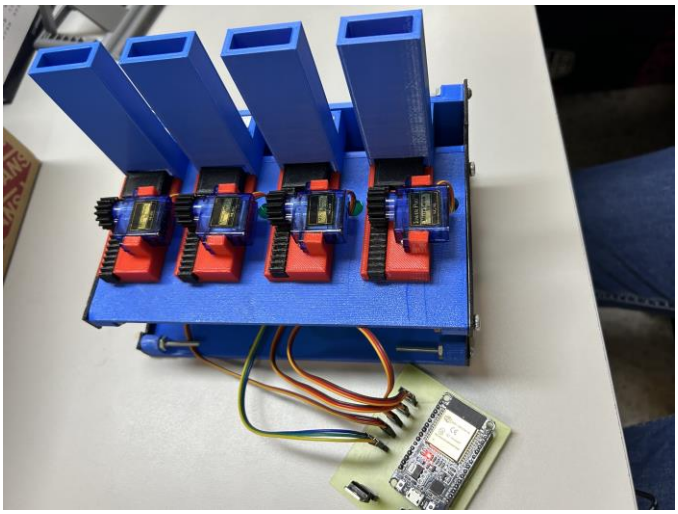


Fig. 3. Prototipo final.

Dentro del algoritmo de control los servomotores requieren operar en función a un tiempo acorde a la posición angular deseada, para el caso dicho tiempo y ángulo se relaciona mediante (1).

$$t_{ang} = 1000\mu seg + \frac{1000\mu seg * angulo^{o}}{180^{o}} \quad . \quad (1)$$

La Tabla II relaciona la cantidad de material de impresión por piezas y su total, así como la instrumentación electrónica requerida y los costos asociados a cada uno.

TABLA II
MATERIALES Y COSTOS ELECTRONICOS

Materiales	Cantidad	Precio (COP)
ESP32 devkit v1	1	24000
Servomotor Sg90	4	43200
Sensor FC-51	1	4700
Regulador LM7805	1	3000
Conector jack DC	1	4000
Fabricacion de PCB	1	20000
Adaptador DC	1	22000
TOTAL	10	120900

III. PRUEBAS Y RESULTADOS

La Fig. 4 presenta el diagrama de control del módulo de dispensación. En este diagrama, se puede observar que el proceso inicia con la posición inicial de los motores, los cuales retraen la barra de empuje que mantiene la pastilla en su lugar. A continuación, se establece la comunicación serial inalámbrica, y el sistema entra en espera de la selección del módulo de dispensación por parte del usuario. Una vez seleccionado el módulo, se activa un retardo que permite que la pastilla caiga por gravedad hacia el área de dispensación. Durante este proceso, un sensor infrarrojo detecta la pastilla para confirmar que ha caído correctamente. Luego de la identificación de la pastilla, el sistema procede a restaurar la posición inicial de los motores, asegurando que todo esté preparado para la siguiente dispensación. Finalmente, se reinicia la comunicación serial, dejando el sistema listo para recibir nuevas órdenes. Este ciclo asegura una dispensación precisa y controlada de las pastillas, manteniendo la seguridad y eficiencia del sistema.

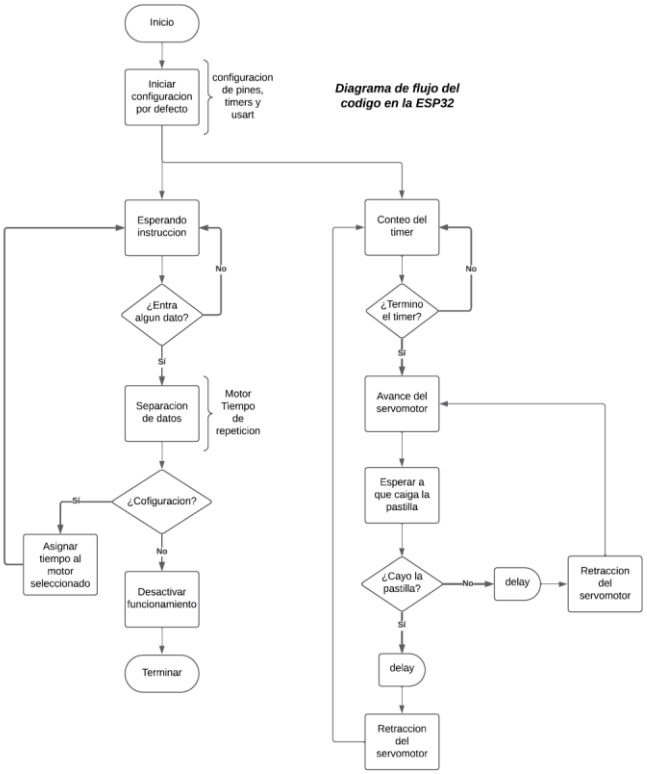


Fig. 4. Diagrama de flujo de la programación.

El sistema de dispensación de medicamentos permite controlar desde la app el suministro de cada tipo de pastilla asignada a cada columna de medicación. La Fig. 5 muestra el diagrama de flujo que controla la interacción de la app con el prototipo, la cual va desde la conexión celular a ESP32 mediante bluetooth, hasta el control de los servomotores por medio de la actualización remota del temporizador desde la app a la tarjeta ESP32.

Para evitar conflictos en el despacho por horas iguales en dos medicamentos diferentes cada columna opera después de evidenciar la dispensación, la cual es controlada por un sensor infrarrojo que detecta la caída de la pastilla (ver Fig. 6). La App registra la dispensación de cada columna indicando las veces que fue empleada, manteniendo un registro de uso.

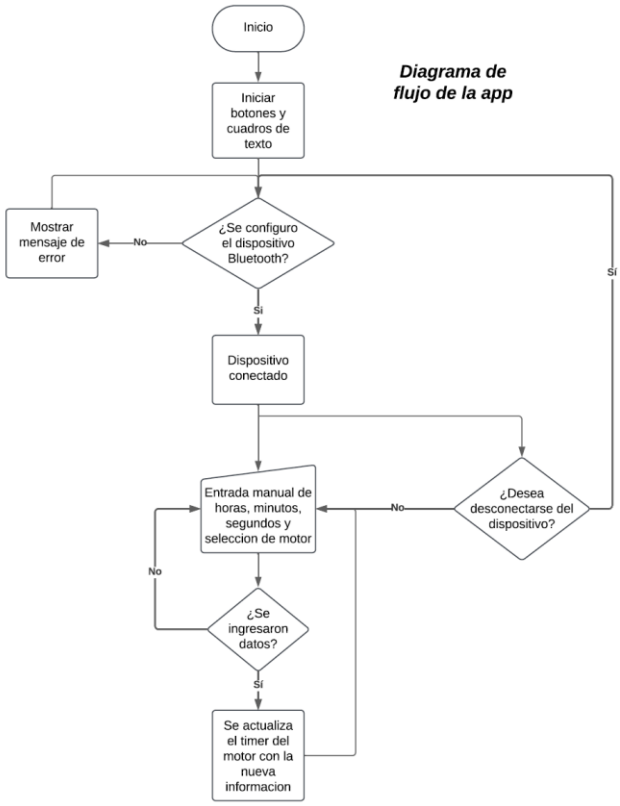


Fig. 5. Diagrama de flujo de la programación de la app.

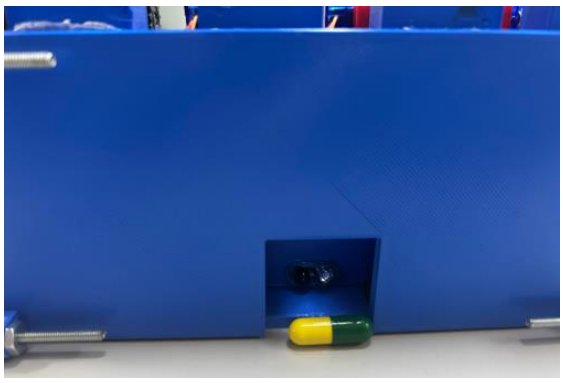


Fig. 6. Prototipo final.

El prototipo no permite la dispensación manual de las pastillas, como medida de seguridad para evitar que menores de edad accedan a ellas y las consuman accidentalmente o por juego. Para activar la dispensación, es necesario utilizar la aplicación móvil, como se observa en la Fig. 7, lo que garantiza que solo un adulto autorizado pueda controlar el sistema. Este enfoque busca proteger a los usuarios más vulnerables y asegurar un uso adecuado del dispositivo, previniendo posibles riesgos relacionados con el acceso no autorizado a los medicamentos.

Dado que no sea posible la conexión desde el celular hacia la ESP32, se despliega un mensaje de error para alertar al usuario, se logra evidenciar que en los pocos casos de ocurrencia se solventa este problema con el reinicio del prototipo, para lo cual el diseño final incluirá un botón de encendido/reinicio.

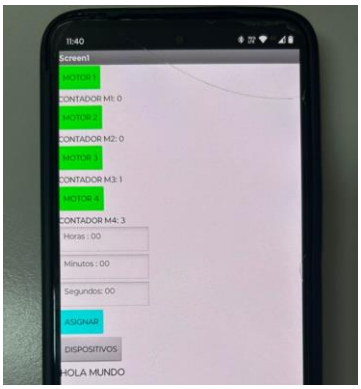


Fig. 7. App de control.

IV. Conclusiones

Acorde a los resultados obtenidos se concluye que el prototipo final es funcional, donde el diseño del módulo de dispensación permitió orientar y evidenciar la facilidad en el suministro de cada pastilla, con tiempos cortos de accionamiento mecánico y validando la selección del usuario por el sistema de control mediante celular.

Se concluye que la efectividad de operación del módulo en la programación de tareas de dispensación de medicamentos por uso controlado, permite que, si por olvido, el usuario busca tomar una pastilla nuevamente el usar la app permitirá evidenciar las veces que se utilizó y evitar así repetir una dosis, asegurando la integridad física por exceso de medicación.

El diseño permite validar trabajos futuros en los esfuerzos de programación para establecer rutinas de dispensación automática por horas preprogramadas y conteos de pastillas.

Agradecimiento/Reconocimiento

Los autores agradecen a la Universidad Militar Nueva Granada y Universidad de los Llanos, de donde son profesores asociados tiempo completo. Este producto es derivado del proyecto de investigación INV-ING-3971 titulado “Diseño de un modelo de interacción humano robot mediante algoritmos de aprendizaje profundo” (vigencia 2024), financiado por la vicerrectoría de investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada

Referencias

[1] E. Castañeda & N. Tovar Dispensador automático de medicamentos. [online]. Disponible en: http://hdl.handle.net/11349/29301

[2] P. M. Benavides Bastidas, J. D. Cuaspud Vallejo, C. A. López Narváez, D. Mayorca Torres, y R. G. Morán Perafán, «Dispensador automático de medicamentos sólidos para pacientes mediante uso de sistemas embebidos», Bol. Informativo CEI, vol. 7, n.º 3, pp. 88–94, nov. 2020.

[3] C. C. Velandia Llanos, A. Fe. Roncancia Rojas, and S. G. Ernesto., “Prototipo De Dispensador Automático De Medicamentos Para Personas De La Tercera Edad,” Universidad El Bosque, 2020. [Online]. Available: https://www.dateh.es/index.php/main/article/view/109.

[4] I. Rodríguez Gobernado and J. M. González de la Fuente, “Sistema Automático de Dispensación de Medicamentos,” Universidad de Vallalodid, 2022.

[5] J. A. Bedoya García and R. E. Casallas Restrepo, “Diseñor y Construcción de un prototipo dispensador para cajetillas de cigarrillos y/o medicamentos en la distribuidota ‘EL PORTAL DE ANDREA’ JORGE,” UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA, 2019. [Online]. Available: https://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/1966/T00031296.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[6] D. Avramoni, R. Virlan, L. Prodan and A. Iovanovici, "Detection of Pill Intake Associated Gestures using Smart Wearables and Machine Learning," 2022 IEEE 22nd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics and 8th IEEE International Conference on Recent Achievements in Mechatronics, Automation, Computer Science and Robotics (CINTI-MACRo), Budapest, Hungary, 2022, pp. 000251-000256, doi: 10.1109/CINTI-MACRo57952.2022.10029615.

[7] N. Sahlab et al., "A User-Centered Interface Design for a Pill Dispenser," 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), Kobe, Japan, 2020, pp. 761-764, doi: 10.1109/GCCE50665.2020.9291946.

[8] K. P, I. T. Varghese, A. P K, A. Lal, H. T and J. E S, "Automated Individualised Remote- Accessible Medication Evaluator And Dispenser (AIRMED)," 2022 International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON), Bangalore, India, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/SMARTGENCON56628.2022.10083947.

[9] D.S. A. Minaam, & M. Abd-Elfattah, "Smart drugs: Improving healthcare using smart pill box for medicine reminder and monitoring system". Future Computing and Informatics Journal, 2018, 3(2), pp. 443-456. doi: 10.1016/j.fcij.2018.11.008.

[10] V. Peddisetti, P. K. Kandregula, J. A. John, S. Poomdla, K. George and A. Panangadan, "Smart Medication Management: Enhancing Medication Adherence with an IoT-Based Pill Dispenser and Smart Cup," 2024 IEEE First International Conference on Artificial Intelligence for Medicine, Health and Care (AIMHC), Laguna Hills, CA, USA, 2024, pp. 137-144, doi: 10.1109/AIMHC59811.2024.00032.

[11] S., Shinde, T., Kadaskar, P., Patil, & R., Barathe, "A smart pill box with remind and consumption using IOT". International Research Journal of Engineering and Technology, 2017, 4(12), pp. 152-154.

[12] A. Aditya Manikanta, H,Sahu, K., Arora, K., & S. V. Koneru, S. V. "An IoT Approach Toward Storage of Medicines to Develop a Smart Pill

Box". In International Conference on Artificial Intelligence and Sustainable Engineering: Select Proceedings of AISE 2020, (2022, April), Vol. 1, pp. 547-559. Singapore: Springer Nature Singapore. doi: 10.1007/978-981-16-8542-2_45.

[13] J. E. Pedi Reddy and A. Chavan, "AI-IoT based Smart Pill Expert System," 2020 4th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)(48184), Tirunelveli, India, 2020, pp. 407-414, doi: 10.1109/ICOEI48184.2020.9142946.

[14] F. Pinto, J. L. Vilaca and N. S. Dias, "AI-Based Pill Detection and Deblistering Spot Finder System for Smart Medication Dispenser," 2022 IEEE 10th International Conference on Serious Games and Applications for Health(SeGAH), Sydney, Australia, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/SEGAH54908.2022.9978601.

[15] J. Juhl et al., "Using Augmented Reality and Artificial Intelligence for an Efficient and Safe Preparation of Individual Drug Assortments in Nursing Homes," 2022 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME), Maldives, Maldives, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICECCME55909.2022.9988015.

[16] J. Jaramillo Herrera, R. Jimenez-Moreno, J.E. Martinez Baquero. "Virtual environment for assistant mobile robot". IJECE. 2023; 13(6), doi: 10.11591/ijece.v13i6.pp6174-6184.

[17] S. Chokchaitam, "Color Compensation Based on Color Background Shadow for Pill Identification," 2021 4th International Conference on Information Communication and Signal Processing (ICICSP), Shanghai, China, 2021, pp. 399-403, doi: 10.1109/ICICSP54369.2021.9611998.

[18] M. A. Vieira Neto, J. W. M. de Souza, P. P. Reboucas Filho and A. W. d. O. Rodrigues, "CoforDes: An Invariant Feature Extractor for the Drug Pill Identification," 2018 IEEE 31st International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), Karlstad, Sweden, 2018, pp. 30-35, doi: 10.1109/CBMS.2018.00013.

[19] R. C. Hsu and P. -C. Su, "Real-Time Pill Identification with Prescription Confirmation Using Deep Learning on Embedded System," 2023 Fourteenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Paris, France, 2023, pp. 216-221, doi: 10.1109/ICUFN57995.2023.10200156.

[20] W. Swastika et al., "Preliminary Study of Multi Convolution Neural Network-Based Model To Identify Pills Image Using Classification Rules," 2019 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), Surabaya, Indonesia, 2019, pp. 376-380, doi: 10.1109/ISITIA.2019.8937272.

[21] L. Xiang , H. Wen, M. Zhao, "Pill Box Text Identification Using DBNet-CRNN". International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023; 20(5):3881. doi: 10.3390/ijerph20053881.

[22] B. Hawashin, S. Alzubi, A. Mughaid, F. Fotouhi and A. Abusukhon, "An Efficient Cold Start Solution for Recommender Systems Based on Machine Learning and User Interests," 2020 Seventh International Conference on Software Defined Systems (SDS), Paris, France, 2020, pp. 220-225, doi: 10.1109/SDS49854.2020.9143953.

[23] X. Feng, "Research on the Design of Recommendation System for Learning Methods Based on Bayesian Networks," 2023 7th Asian Conference on Artificial Intelligence Technology (ACAIT), Jiaxing, China, 2023, pp. 1239-1243, doi: 10.1109/ACAIT60137.2023.10528544.

[24] S. S. Thakur, A. Kundu and J. K. Sing, "A Novel Approach: Using Bayesian Belief Networks in Product Recommendation," 2011 Second International Conference on Emerging Applications of Information Technology, Kolkata, India, 2011, pp. 37-40, doi: 10.1109/EAIT.2011.21.

[25] A. N. Ngaffo, W. E. Ayeb and Z. Choukair, "A Bayesian Inference Based Hybrid Recommender System," in IEEE Access, vol. 8, pp. 101682-101701, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2998824.

[26] M. P. Yakub, N. Vinayak Sai, S. Kumar Singh, P. Mohanty, A. Kumar Akela and D. Jha, "Presence Detection with Wi-Fi Using ESP32," 2024 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems (ICETSIS), Manama, Bahrain, 2024, pp. 1273-1277, doi: 10.1109/ICETSIS61505.2024.10459433.

[27] A. Kaur, A. Jadli, A. Sadhu, S. Goyal, A. Mehra and Rahul, "Cloud Based Surveillance using ESP32 CAM," 2021 International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS-IoE), Sana'a, Yemen, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ITSS-IoE53029.2021.9615334.

[28] M. Al-khafajiy, T. Baker, C. Chalmers, M. Asim, H. Kolivand, M. Fahim, et al., "Remote health monitoring of elderly through wearable sensors", Multimedia Tools and Applications, vol. 78, no. 17, pp. 24681-24706, Sep. 2019.

[29] M. Shanthini, U. Vedhavarshini, N. Prem, K. Gouri, V. S. Roshan, and S. S. R. Josephine, “Design and Implementation of IoT based Automatic Medicine Dispenser for Patients,” in 2023 3rd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA), 2023, pp. 24–28. doi: 10.1109/ICIMIA60377.2023.10426176.

[30] D. S. A. Minaam and M. Abd-ELfattah, Smart drugs: Improving healthcare using smart pill box for medicine reminder and monitoring system. Future Computing and Informatics Journal, vol. 3, no. 2, pp. 443-456, 2018.