

INTEGRACIÓN DE UN ASISTENTE VIRTUAL EN AMBIENTES DE VIDA ASISTIDA POR COMPUTADOR PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD FISICA.

INTEGRATION OF A VIRTUAL ASSISTANT IN ENVIRONMENTS OF COMPUTER ASSISTED LIVING FOR PEOPLE WITH PHYSICAL DISABILITIES

José Miguel Palacios-Bayas⁽¹⁾; Víctor Alejandro Bosquez-Barcenas⁽²⁾; Ángel Ramiro Palacios-Bayas⁽³⁾

(1) Universidad Tecnológica Indoamérica, Matriz Ambato, Bolívar 2035 y Guayaquil, Ambato – Ecuador, miguelpalacios2014@hotmail.com.

(2) Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca” Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador. abosquez@ueb.edu.ec.

(3) Universidad Tecnológica Israel, Matriz Quito, Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla, Quito-Ecuador.

Resumen: *Los asistentes virtuales y casas inteligentes hoy en día facilitan las actividades cotidianas a personas que presentan algún porcentaje de discapacidad física, permiten controlar las funciones principales de un domicilio, utilizando comandos de voz y aplicando el internet de las cosas IOT. En esta investigación proponemos un asistente inteligente para las personas con discapacidad física que podrán utilizar a través de interfaz por voz para controlar las luces, el llenado del agua, la temperatura, otros dispositivos electrónicos que soporten conexión a internet, se combinó la tecnología ALEXA de Amazon que permite el reconocimiento automático de voz y la comprensión del lenguaje natural con inteligencia artificial con un 97% de precisión de comandos, se creó un sinnúmero de Skills que establecen los distintos procesos asistidos mencionados anteriormente para darle mayores habilidades al asistente virtual, se utilizó la Metodología Test Driven Development “TDD”, una metodología ágil para desarrollo de software, que se basa en prueba o fallo y refactorización, lo que permite comprobar cada una de las partes del sistema y al final integrar todo y realizar la optimización del código con la refactorización.*

Recibido: 5 de marzo de 2020

Aceptado: 15 de junio de 2020

Publicado como artículo de investigación en la Revista de Investigación Talentos VII (1), 48-61.

Finalmente se configuro un firewall que brinde los parámetros de seguridad óptimos dentro del sistema con un 95% de protección contra ataques al sistema en la nube este cálculo se hizo en base a las métricas de bloqueo del firewall basado en snort.

Palabras Clave: *Asistente virtual, internet de las cosas, casas inteligentes, programación TDD, personas con discapacidad física.*

Abstract: *Virtual assistants and smart homes today make everyday activities easier for people who have some percentage of physical disability, allow them to control the main functions of a home, using voice commands and applying the IOT internet of things. In this research we propose an intelligent assistant for people with physical disabilities who can use a voice interface to control lights, water fill, temperature, other electronic devices that support internet connection, ALEXA technology was combined with Amazon that allows automatic speech recognition and natural language understanding with artificial intelligence with 97% command precision, created a number of Skills that establish the different assisted processes mentioned above to give greater skills to the virtual assistant, it was used the Test Driven Development “TDD” Methodology, an agile methodology for software development, which is based on test or failure and refactoring, which allows to check each part of the system and in the end integrate everything and perform code optimization with refactoring, finally a firewall was configured that provides the following parameters Optimal security within the system with 95% protection against attacks to the cloud system. This calculation was made based on the snort-based firewall blocking metrics.).*

Keywords: *Virtual assistant, internet of things, smart homes, TDD programming, people with physical disabilities.*

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología se ha convertido en el factor más importante dentro de la sociedad actual, en tal punto que nos ha hecho dependientes de la misma, en este sentido se han dado muchos avances que nos han simplificado la vida, en esta línea se encuentran los agentes virtuales, tecnologías que pretenden facilitar la

interacción hombre-maquina, cuyas características basadas en inteligencia artificial los hacen capaces de interpretar comandos por voz de forma natural (Kužnar, Tavčar, Zupančič, & Duguleana, 2016). Dichas interfaces han marcado una nueva era de interacción humano-máquina (Austerjost, y otros, 2018).

Los asistentes virtuales han tenido gran demanda y expansión en la actualidad gracias a sus características, como lo menciona Vicente-Samper, y otros (2019) “son capaces no solo de recibir y enviar información en forma de voz, sino que también pueden trabajar con bases de datos en tiempo real, lo que permite que sea adaptable a cualquier entorno de trabajo, lugar o aplicación” (p. 360). Hasta tal punto que en la actualidad son comunes, existiendo varias opciones como Alexa de Amazon, Google Assistant de Google, Siri de Apple, Cortana de Microsoft, entre los más importantes dentro del mercado.

Del sinnúmero de asistentes virtuales existentes dentro del mercado se destaca Alexa de Amazon por ser un servicio de voz ubicado en la nube de Amazon disponible en los dispositivos de Amazon y dispositivos terceros con Alexa integrada (Amazon.com, 2018), se puede crear experiencias de voz naturales para ofrecer a los clientes una forma más intuitiva de interactuar con la tecnología que usan a diario, esto se debe gracias a las herramientas, API, soluciones de referencia y documentación, cualquier persona puede crear Skills de forma sencilla para ser integradas dentro del asistente virtual.

Alexa Voice Service (AVS) es el conjunto de servicios de Amazon basado en su asistente de inteligencia artificial controlado por voz para el hogar y otros ambientes. Amazon Alexa Voice

Service (AAVS) proporciona servicios de control de voz para dispositivos de hardware integrados como Alexa, entre otros, la línea de productos de la familia Echo de Amazon y dispositivos domésticos inteligentes como termostatos y cámaras de seguridad (Calvopiña, Tapia, & Tello-Oquendo, 2020).

En tal sentido la presente investigación buscó integrar dentro del asistente virtual Alexa un sinnúmero de Skills o funcionalidades adicionales con la finalidad de promover una integración eficiente dentro del internet de las cosas (OIT), todo lo mencionado para que se convierta en casas inteligentes que permite facilitar ciertos procesos a personas con discapacidad física debido a que a nivel mundial y local existe un número creciente de personas que muestran cierto porcentaje de problemas de este tipo (Bosquez Barcenas , Del Pozo Durango, Fierro Saltos , & Pacheco Mendoza , 2019), es así que estadísticas obtenidas del Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, determinan que en Ecuador existen un total de 226347 personas con discapacidad física registradas en el Registro Nacional de Discapacidad, de las cuales el 48,14% muestran una discapacidad entre el 30 al 49%, un 32,83% muestran una discapacidad considerada entre el 50 al 74%, un 12,65% muestran una discapacidad considerada entre el 75 al 84% y un 6,39% muestran una discapacidad considerada entre el 85 al 100% (Consejo Nacional para la Igualdad de

Discapacidades, 2020).

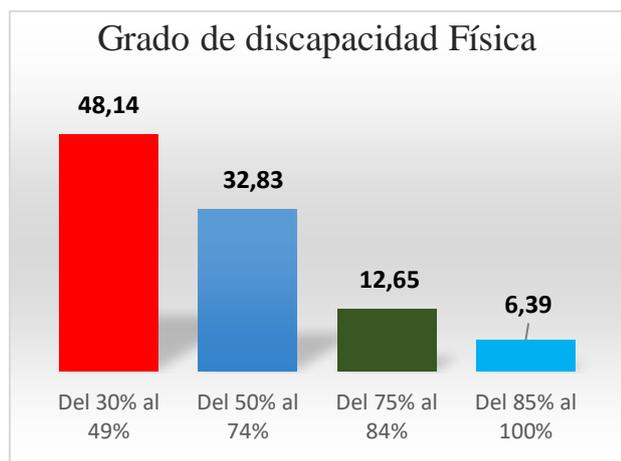


Fig 1. Grado de discapacidad física

De los que los grupos etarios que mayormente presentan problemas de discapacidad física se encuentran entre edades entre los 36 a 64 años con un porcentaje del 45,68%.

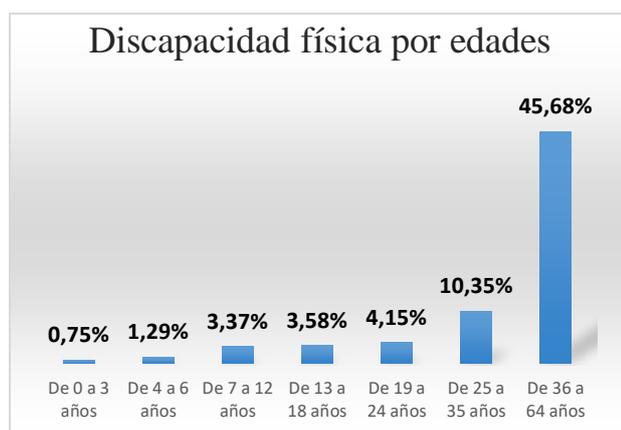


Fig 1. Discapacidad física por edades

Las estadísticas mencionadas en las figuras anteriores denotan la necesidad para muchas familias de contar con este tipo de tecnología que facilite procesos que para muchas personas se hace muy complejo.

Para la implementación de los mencionados

asistentes virtuales se debieron de dar avances en la informática como el Internet de las Cosas (IoT), el mismo que permite la interconexión a través de Internet de dispositivos capaces de recopilar, analizar, transmitir y distribuir datos que satisfagan necesidades del individuo, de manera autónoma (Rose, Eldridge, & Chapin, 2020). Otros autores como (Weber, 2010) mencionan que IoT (Internet of things/Internet de las cosas) es una arquitectura emergente basada en la Internet global que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados.

En tal sentido la Internet de las cosas (IO) está evolucionando rápidamente junto con la red de objetos físicos que contienen comunicación integrada a la tecnología (Chung, Park, & Lee, 2017). Los analistas predicen que el mercado mundial de IO crecerá hasta 1,7 billones de dólares en 2020 con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 16,9% (IDC, 2017).

Otros autores como (Salazar & Silvestre, 2020) mencionan que el internet puede ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. Así, la IoT puede verse como una verdadera evolución de lo que conocemos como Internet añadiendo una interconectividad más

extensa, una mejor percepción de la información y servicios inteligentes más completos.

Sin embargo, existen controversias en cuanto a el problema en la seguridad del internet de las cosas en las casas inteligentes suele deberse, en muchas ocasiones, a error humano, no obstante, también influyen considerablemente los errores técnicos en esta tecnología (Shelby, Hartke, & Bormann, 2014).

La interconexión de la red de internet implica que pueda ser afectada o atacada desde cualquier parte del globo, haciendo que la ciberseguridad sea algo fundamental para el uso seguro de esta tecnología, teniendo en cuenta los principios de autenticación, acceso y confidencialidad (Flores Montaña, Rojas Perea, & Álvarez Cedillo, 2020).

Para evitar ataques desde el exterior, ya que como se menciona al estar nuestro agente virtual conectado al internet puede ser flanco de ataques se implementó un firewall que controla el acceso indebido al sistema, brindando un nivel óptimo de seguridad dentro de la casa inteligente (Cerritos Magaña, 2018).

Entre las grandes empresas que han enfocado esfuerzos en el desarrollo de investigación hacia el internet de las cosas se encuentra Amazon como se mencionó con anterioridad (Amazon.com, 2018), con el desarrollo de las tecnologías como Alexa que se puede vincular con múltiples dispositivos como lo es el

Amazon Echo que no solo es un altavoz inteligente, sino que también funciona como un asistente virtual inteligente y personal, que puede comunicarse con otros dispositivos IoT compatibles y aplicaciones de terceros mediante la conversión de las solicitudes de voz al protocolo de comunicación nativo de otros servicios (Chung, Park, & Lee, 2017).

Por lo mencionado la presente investigación pretende la incorporación de un sistema a través Skills de Alexa que le añaden funcionalidades (Yue, 2018), a través de la interfaz por voz (Navarrete Rocha, y otros, 2019), que permita la automatización del hogar. El asistente virtual para personas con discapacidad integrado con internet de las cosas permitirá que personas con discapacidad física puedan controlar los servicios básicos de su vivienda, pero también permitirá alertar a familiares a través del lenguaje natural en caso de presentarse una emergencia

Para el desarrollo del mismo se parte de la práctica de ingeniería de software TDD, la cual pertenece al grupo de metodologías ágiles y se basa en un ciclo de vida muy corto, el código se puede ir mejorando durante el desarrollo, evitando escribir líneas innecesarias; se encarga de realizar interacciones entre: tareas, roles y personas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del asistente virtual se utilizó

TDD son las siglas de Test Driven Development, una metodología ágil para desarrollo de software, se basa en prueba o fallo y refactorización (Astels, 2003), lo que permite comprobar cada una de las partes del sistema y al final integrar todo y realizar la optimización del código con la refactorización, se aplica el principio SOLID, con una arquitectura N-CAPAS y N-NIVELES al estar aplicado al lenguaje C# de forma nativa es un estilo de programación orientada a objetos.

Como lo menciona (Rinker, Waltersdorfer, & Biffel, 2020) de esta forma, TDD puede aumentar drásticamente la calidad de salida del proceso de ingeniería de software: las ventajas son una mayor eficacia y retroalimentación, la captura de defectos y errores en las primeras fases y el envío de código mantenible y probado (Williams, Maximilien, & Vouk, 2003).

La metodología ágil TDD se basa en la repetición de un ciclo muy corto de desarrollo que luego se mejora, evitando escribir código innecesario (Erdogmus, Morisio, & Torchiano, 2005), también se relaciona con la metodología XP (Programación Extrema) hoy en día muy usada para programación en tiempo real (Gelowitz, Sloman, Benedicenti, & Paranjape, 2003) (Herranz & Moreno-Navarro, 2003), permitiendo en nuestro proyecto desarrollar varios módulos aplicando diversas tecnologías como Programación Orientada A Objetos, Principio SOLID, Separando en N-capas y N-Niveles.

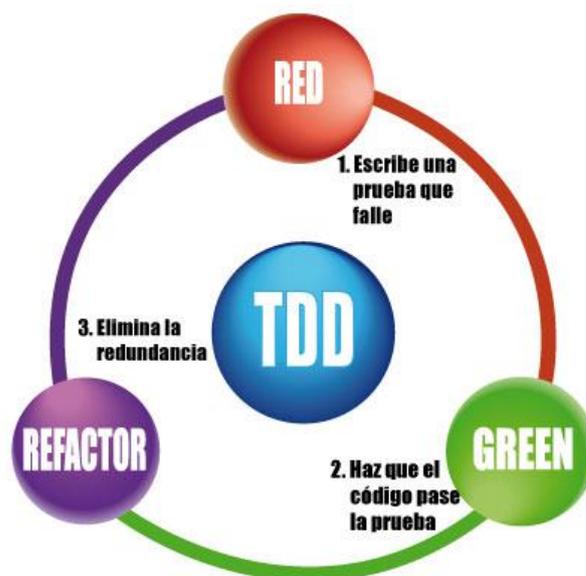


Fig 1. Fases de la metodología TDD.

Fuente: (Astels, 2003)

Especificación de requerimientos.

El software integra varias tecnologías modernas como Inteligencia Artificial (Karanasiou & Pinotsis, 2017), Internet de las Cosas (Bruno , Jean-Philippe , Jean-Philippe, Kheir, & Pascal , 2016), Contenedores, su principal uso está orientado a personas con discapacidad física a las mismas que les ayudará a evitar esfuerzos innecesarios, además que disminuiría el riesgo que si sufren un accidente el sistema pueda alertar algún familiar y este pueda monitorear en tiempo real mediante una cámara IP.

Los requerimientos en cuanto a hardware y software se detallan en la siguiente tabla 1.

TABLA 1. REQUERIMIENTOS GENERALES PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL AV.

Tecnología	Infraestructura
Internet de las cosas	<p><i>Hardware.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mini Computador Raspberri PI 4 <p><i>Software.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Operativo Linux Debian. • Visual Studio Code. • Lenguaje De Programación C#. • Node JS
Skill de Amazon	<p><i>Hardware</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo Echo Dot - Amazon. <p><i>Software</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Visual Studio Community. • Lenguaje De Programación C#. • Framework net Core 3.1.
Monitoreo y alerta	<p><i>Hardware</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cámara IP Hikvision. <p><i>Software</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Operativo Linux Centos 8.1. • Net Core 3.1 • Nginx. • Net Core. • Visual Studio Code. • FFMPEG. • Node JS.

Fuente: Elaboración propia

Dentro del sistema hay dos roles:

Usuario Final (Persona con discapacidad física):

Los usuarios finales podrán consumir la aplicación en forma de skill, como requisito

indispensable es disponer de un dispositivo Amazon del tipo reconocimiento de voz en el mismo que se instala y podrán ejecutar el comando de Alexa, “Abrir Proyecto UTI” y de ahí ingresar a un menú y proceder con el control y entretenimiento y también se habilita el monitoreo.

Usuario De Alerta y Monitoreo.

El usuario dispone de una aplicación móvil instalable en teléfonos Android, la misma que le permitirá recibir una alerta en caso de que la persona con discapacidad haya activado una solicitud de emergencia pudiendo verificar mediante una cámara IP en tiempo real lo que está sucediendo.

Análisis de desarrollo basados en componentes.

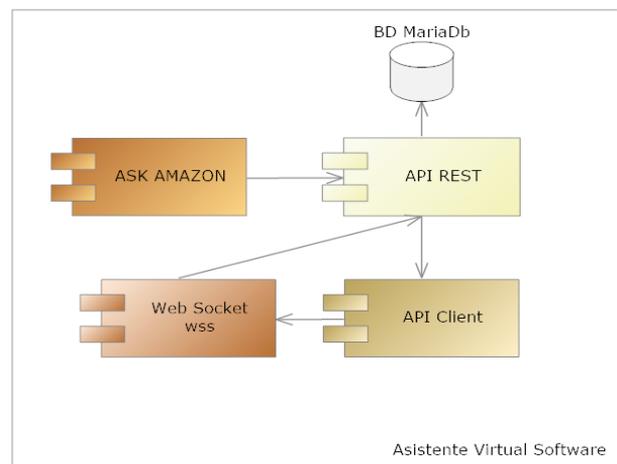


Fig. 2: Componentes principales de la investigación.

El asistente virtual está compuesto por 4 componentes principales independientes aplicando el principio de N-Niveles y también el principio de responsabilidad única, ya que

utilizan diferentes tecnologías de programación, su propio sistema operativo y también independencia de funcionamiento.

ASK. -Servicio en la nube de Amazon para dispositivos Alexa, su lenguaje de programación es NodeJS y el intercambio de datos se lo realiza en formato json.

API REST. - Este componente creado para el proyecto permite guardar las diferentes configuraciones de estados de la parte de IoT por ejemplo si un foco este encendido o apagado.

API Client. -Este componente es el que realiza las acciones analógicas por ejemplo activar un voltaje de 3 voltios para que se active el RELE y se encienda un foco y también es el que se utiliza en la aplicación móvil para recibir las alertas.

Web Socket. -Es el componente que permite la comunicación en tiempo real entre la aplicación móvil y el controlador IoT de la casa.

Análisis orientado a objetos

El diseño del asistente virtual está compuesto de los siguientes diagramas

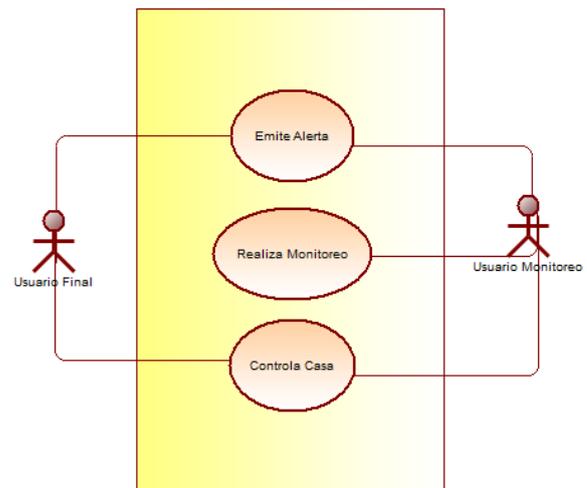


Fig. 3. Diagrama de casos de uso.

Diagrama de clases

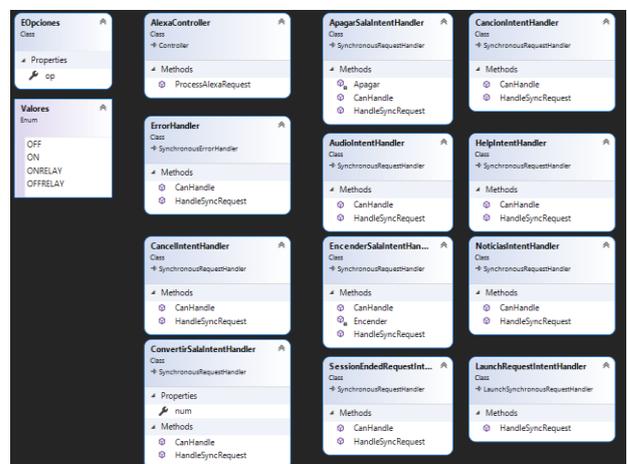


Fig. 4. Diagrama de clases.

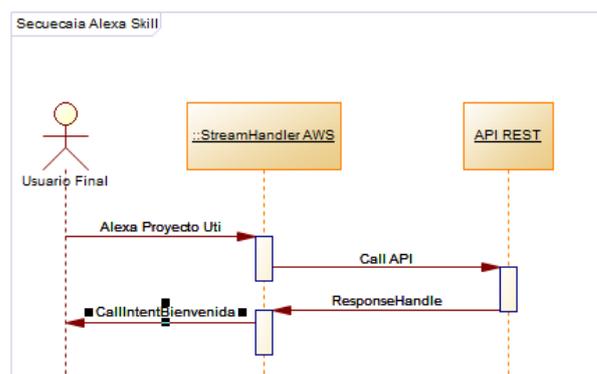


Fig. 5. Diagrama de secuencia del Alexa Skill C#.

Diseño de la base de datos

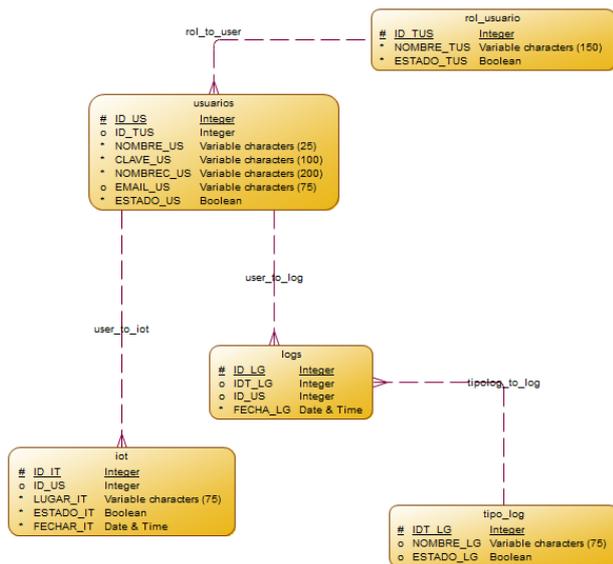


Fig. 6. Diseño Lógico de Base Datos

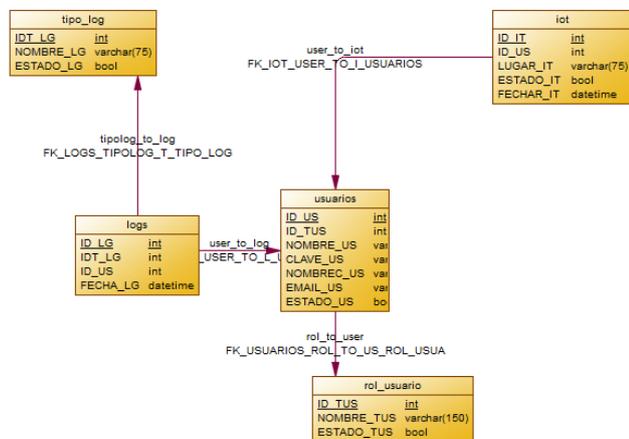


Fig. 7. Diseño físico de Base Datos

Diseño e implementación de la infraestructura

Para la implementación del proyecto se basa en la virtualización y los contenedores Docker.

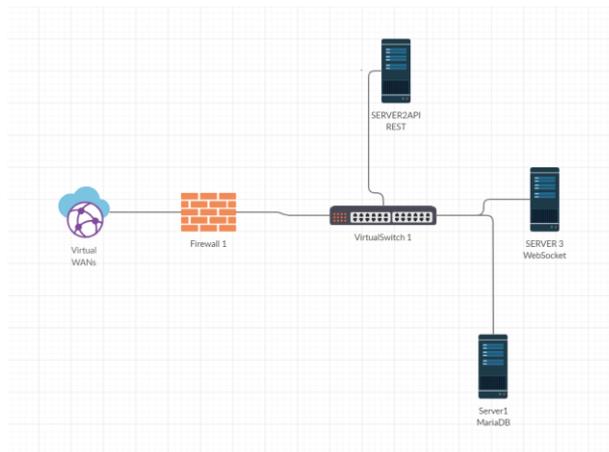


Fig. 8. Diseño de la infraestructura (N Niveles)

Diseño de la interfaz de usuario

Hay que mencionar que Alexa presenta una interfaz por voz, por lo que para activar la interfaz e interactuar solo hay que decir “Alexa” y solicitar lo que se desea al dispositivo que permite generar los comandos de voz como es el Amazon Echo Dot.



Fig. 9. Amazon Echo Dot.

En este sentido para el desarrollo del Skill de se utiliza el AMAZON WEB CONSOLE para lo cual se debe registrar sus datos generales, solo es necesario tener un correo activo, dentro de esta sección es en donde se desarrolla el conjunto de Skills cómo: apagar foco, encender foco, solicitar ayuda y demás procesos dentro

del asistente virtual, en un skill se puede tener múltiples intents dependiendo de la aplicación, la forma de comunicación del ASK de Amazon con las aplicaciones para el intercambio de datos es JSON, esto se debe a su gran rendimiento y bajo consumo de red, es decir todo el intercambio se lo realiza utilizando ésta tecnología no se utilizó XML debido a que por su estructura y poca flexibilidad es más conveniente utilizar JSON. Además, para interactuar con el servicio web (API REST) realizada en C# con tecnología net core en el Skill se debe configurar al servicio web como EndPoint para que funcione debe tener un certificado SSL en la url, es decir https, debido a que los datos JSON no viajarían encriptados lo cual genera riesgos de acceso no autorizados y podrían comprometer la seguridad en el asistente virtual.

Cuando ya se concluye con la construcción del Skill se procede con la implementación de la tecnología NET Core 3.1 y C#8, hay que mencionar que de forma nativa los Skill soportan las tecnologías Python, java y nodejs por lo que para que funcione con C# se lo realiza mediante una API REST.

NET Core 3.1 se utiliza sobre un sistema operativo Linux Centos 8.1 con un reverse proxy NGIX para mejorar la seguridad y tiempo de respuesta entre la nube de Amazon y nuestra API.

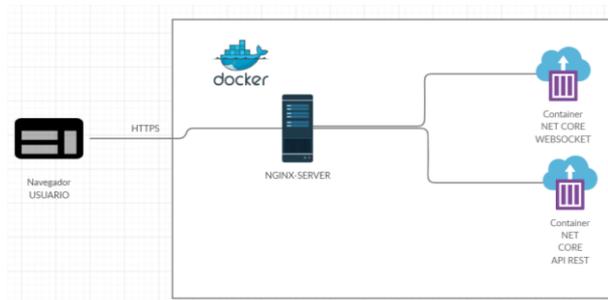


Fig. 10. Reverse Proxy API REST y WEBSOCKET en contenedores.

Interfaz de usuario de alerta o monitoreo

La parte de la aplicación móvil para recibir alertas y activar la cámara de monitoreo presenta las siguientes interfaces.

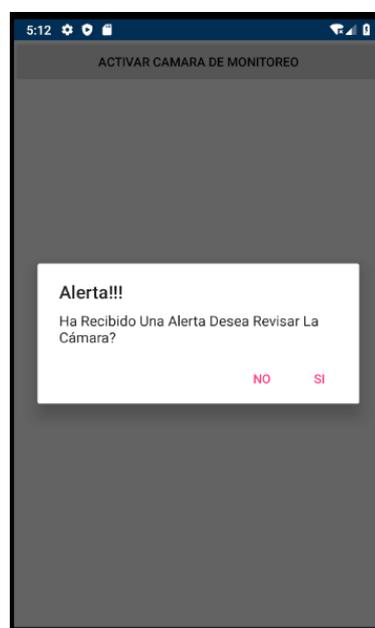


Fig. 11. Pantalla de alerta y monitoreo.

La pantalla de monitoreo muestra la señal de la cámara instalada en la casa con la finalidad de realizar un seguimiento de la persona con discapacidad y así prevenir cualquier inconveniente.



Fig. 12. Pantalla de preview de la cámara.

Pantalla de preview del video donde se muestra la cámara en tiempo real se está utilizando las librerías de vlc player.

Pruebas

Se realizaron las pruebas de funcionamiento, carga, estrés, integración, seguridad, mencionamos que todos los módulos están validados desde el inicio de la codificación basados en prueba o fallo.

De la misma forma se realizó pruebas de seguridad del sistema mediante las métricas de firewall, de donde obtuvo el valor de un 95 % de protección contra ataques al sistema en la nube este cálculo se hizo en base a las métricas de bloqueo del firewall basado en snort.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el desarrollo de la presente investigación se obtiene los siguientes resultados.

- Con la integración de un asistente virtual en ambientes de vida asistida por computador para personas con discapacidad física, se pretende que este grupo vulnerable mejore en gran parte las condiciones actuales de vida, en relación a la automatización de control de servicios básicos, notificaciones de alerta y monitorización.
- Se utilizó una maqueta a escala para las pruebas de todo el sistema de IoT, con resultados en un 100 por ciento favorables ya que se trabajó con 5 voltios, 12 voltios y de 110 a 120 voltios valores que se manejan en todo hogar normal por lo mencionado se asume que se puede implementar en un hogar normal en nuestro país sin tener que modificar el sistema eléctrico actual.
- La prueba de comandos con la inteligencia artificial de Alexa, en donde se obtiene un 97 % de precisión de los comandos que accionan la parte del IoT, lo que significa que puede ser utilizado desde niños de 6 años en adelante hasta personas adultas.
- Uno de los grandes dilemas que tiene que ver con asistentes virtuales o casa inteligentes dentro del internet de las cosas es la seguridad debido a que al ser un sistema conectado al internet podemos ser presas de ataques informáticos externos, por lo que un

punto muy importante a tomar en cuenta dentro de este tipo de proyectos es la implementación de medidas de seguridad que permitan obtener entornos seguros por lo que la implementación de un Firewall de donde obtuvo el valor de un 95 % de protección contra ataques al sistema en la nube este cálculo se hizo en base a las métricas de bloqueo del firewall basado en snort, sin embargo hay que tomar en cuenta que ningún sistema es 100% seguro.

IV. CONCLUSIONES

- Haciendo uso de varias tecnologías se integró un asistente virtual en ambientes de vida asistida por computador para personas con discapacidad física, de forma satisfactoria.
- Las personas con discapacidad física se encuentran limitadas a interactuar con electrodomésticos, luces, puertas, ventanas y demás elementos en su domicilio, debido a la incapacidad de moverse libremente, por lo que el asistente virtual permite interactuar con los mismos a través de comandos de voz
- La integración de tecnologías Linux es la nueva tendencia en el desarrollo de soluciones TI debido a que el ahorro en la compra de licencias y al soporte del hardware como ARM; permitiendo implementaciones de bajo coste.
- La aplicación de la inteligencia artificial de Alexa el IoT junto con las redes de datos 5G se encuentran favoreciendo la incorporación de asistentes virtuales dentro de los hogares, datos que demuestran que con el paso de los años estas tecnologías se van a encontrar en la gran mayoría de hogares.
- Los proyectos direccionados a personas con discapacidad tienen un enorme valor agregado ya que son los que más necesitan integrarse a la tecnología, debido a que existe un alto porcentaje de personas que presentan discapacidad física por lo que se favorecería a un grupo social en muchos casos marginado.
- Un factor clave dentro del desarrollo de agentes virtuales integrados a casa inteligentes y basados en el internet de las cosas es la seguridad debido a que este ha sido un factor poco estudiado y que a su vez ha permitido ataques informáticos con la finalidad de causar perjuicios, por lo que es necesario implementar medidas de seguridad informática que permitan la optimización del sistema.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amazon.com. (2018). *Amazon Alexa*. Recuperado el 02 de 05 de 2020, de <https://developer.amazon.com/es-ES/alexa>

- Astels, D. (2003). *Test Driven Development: A Practical Guide (Coad)* (1ra ed.). Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Austerjost, J., Porr, M., Riedel, N., Geier, D., Becker, T., Scheper, T., . . . Beutel, S. (2018). Introducing a Virtual Assistant to the Lab: A Voice User. *Interface for the Intuitive Control of Laboratory Instruments*. doi:10.1177/2472630318788040
- Bosquez Barcenés, V. A., Del Pozo Durango, R., Fierro Saltos, W. R., & Pacheco Mendoza, S. R. (2019). Análisis de accesibilidad web en las universidades ecuatorianas para atender las necesidades de estudiantes con discapacidad. *Revista de Investigación Enlace Universitario*, 18(1), 129-144. doi:https://doi.org/10.33789/enlace.18.52
- Bruno, D., Jean-Philippe, G., Jean-Philippe, W., Kheir, N., & Pascal, U. (2016). Internet of Things: A Definition & Taxonomy. *9th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*. doi:10.1109/NGMAST.2015.71
- Calvopiña, A., Tapia, F., & Tello-Oquendo, L. (2020). Uso del asistente virtual Alexa como herramienta de interacción para el monitoreo de clima en hogares inteligentes por medio de Raspberry Pi y DarkSky API. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 36. doi:http://dx.doi.org/10.17013/risti.36.102-115
- Cerritos Magaña, V. E. (2018). Firewall PfSense como opción de código abierto para la seguridad de la red informática en centros escolares católicos de Santa Ana. *Anuario de investigación*, 7.
- Chung, H., Park, J., & Lee, S. (2017). Digital forensic approaches for Amazon Alexa ecosystem. *Digital Investigation*. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.diin.2017.06.010
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2020). *Estadísticas de Discapacidad*. Recuperado el 05 de 05 de 2020, de https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/
- Erdogmus, H., Morisio, M., & Torchiano, M. (2005). On the effectiveness of the test-first approach to programming. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(3), 226–237.
- Flores Montaña, L., Rojas Perea, A., & Álvarez Cedillo, J. (2020). Los nuevos retos de la seguridad y privacidad en el internet de las cosas en el hogar. *Revista de educación en ciencias e ingeniería*, 115.
- Gelowitz, C., Sloman, I., Benedicti, L., & Paranjape, R. (2003). Real-Time Extreme Programming. En *Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering*.
- Herranz, Á., & Moreno-Navarro, J. J. (2003). Formal Extreme (and Extremely Formal) Programming. *International Conference on Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering*, 88-96.
- IDC. (2017). *Explosive Internet of Things Spending to Reach \$1.7 Trillion in 2020 According to IDC*. IDC.
- Karanasiou, A., & Pinotsis, D. (2017). Towards a legal definition of machine intelligence: the argument for artificial personhood in the age of deep learning. *ICAAIL '17: Proceedings of the 16th edition of the International Conference on Artificial Intelligence and Law*, 119–

128.
doi:<https://doi.org/10.1145/3086512.3086524>
- Kužnar, D., Tavčar, A., Zupančič, J., & Duguleana, M. (2016). Virtual Assistant Platform. *Informatica*, 285-289.
- Navarrete Rocha, F., Trejo Carrillo, J. A., de Ávila Armenta, E., Chora López, V., Nava Vázquez, I. F., Espinoza Bermúdez, L., . . . Esquivel Cordero, E. (2019). Propuesta para el Diseño de una Interfaz Dirigida por Voz Aplicada a Vehículos Autónomos. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 13(2), 160-166.
- Rinker, F., Waltersdorfer, L., & Biff, S. (2020). Towards Test-Driven Model Development in Production Systems Engineering. *In Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2020)*, 1, 213-219.
doi:10.5220/0009425302130219
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2020). *La internet de las cosas - Una breve reseña*. Recuperado el 10 de 02 de 2020, de <https://www.internetsociety.org/wp->
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2020). *Internet de las cosas*. TechPedia.
- Shelby, Z., Hartke, K., & Bormann, C. (2014). El protocolo de aplicación restringido (Coap). *Internet Engineering Task Force: Fremont*.
- Vicente-Samper, J., Campos, I., Sanz, B., Rodríguez, A., Oñate, J., & Sabater-Navarro, J. M. (2019). Ejemplo de integración de Alexa con un robot UR. *Educación en Automática*, 360-365.
- Weber, R. H. (2010). Internet of Things - New Security and Privacy Challenges. *Computer Law & Security Review*, 26, 23-30.
- Williams, L., Maximilien, E. M., & Vouk, M. (2003). Test-driven development as a defect-reduction practice. *In 14th International Symposium on Software Reliability Engineering*, 34-45.
- Yue, C. (2018). Voice activated smart home design and implementation. *International Conference MISSI*, 35-44.