

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EN EL ROBOT NAO H25 PARA BÚSQUEDA DE PERSONAS LESIONADAS UTILIZANDO EL PATRÓN DE MÚLTIPLES HABITACIONES

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION ON THE ROBOT NAO H25 TO SEARCH FOR INJURED PERSONS USING THE MULTIPLE ROOM PATTERN

Marco Alberto Mendoza Pérez

Universidad Autónoma del Estado de México / Centro Universitario Valle de Chalco, México
mamendezap@uaemex.mx

Erik Márquez Flores

Universidad Autónoma del Estado de México / Centro Universitario Valle de Chalco, México
marquezfloreserik@gmail.com

Cristina Juárez Landín

Universidad Autónoma del Estado de México / Centro Universitario Valle de Chalco, México
cjuarezl@uaemex.mx

Juan Manuel Sánchez Soto

Universidad Autónoma del Estado de México / Centro Universitario Valle de Chalco, México
jmsanchezs@uaemex.mx

Recepción: 12/mayo/2021

Aceptación: 30/junio/2021

Resumen

Se desarrolló una aplicación en el robot NAO H25 para la búsqueda y localización de personas lesionadas en caso de presentarse un evento sísmológico y existan estructuras sin colapsar. De acuerdo con los sismos ocurridos de 1985 y 2017 en México, es necesario contar con integrantes de la comunidad universitaria que estén capacitados en la prevención y búsqueda de personas dentro de las instalaciones del Centro Universitario, así como de dispositivos electrónicos que sirvan de apoyo para realizar estas tareas. Actualmente en el Centro Universitario Valle de Chalco, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), no se cuenta con el apoyo de un robot que este programado para participar en tareas de búsqueda de personas, después de presentarse un sismo, por lo cual es necesaria una aplicación que este desarrollada e implementada en dicho robot con un

algoritmo que utilice el Patrón de Búsqueda por Múltiples Habitaciones que se encuentra en el libro de “Técnicas de búsqueda y rescate en estructuras colapsadas” con el objetivo de inspeccionar todos los espacios del Centro Universitario e identificar donde y como se encuentra la persona en caso de que este lastimada o este atrapada.

Palabras Clave: Aplicación, búsqueda y localización, lesionados, patrón de búsqueda por múltiples habitaciones, robot NAO H25.

Abstract

An application was developed in the NAO H25 robot to search and locate injured people in the event of a seismological event and there are structures without collapsing. According to the earthquakes that occurred in 1985 and 2017 in Mexico, it is necessary to have members of the university community who are trained in the prevention and search of people within the facilities of the Centro Universitario, as well as electronic devices that serve as support for perform these tasks. Currently, the Centro Universitario Valle de Chalco, belonging to the Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), does not have the support of a robot that is programmed to participate in searching for people, after an earthquake occurs, which is why it is necessary an application that is developed and implemented in said robot with an algorithm that uses the Multiple Room Search Pattern found in the book "Search and rescue techniques in collapsed structures" in order to inspect all the spaces of the Centro Universitario and identify where and how the person is in case they are injured or trapped.

Keywords: App, injured, multiple room search pattern, search and location, NAO H25 robot.

1. Introducción

De acuerdo con los sismos más representativos en México, del 19 de septiembre de 1985 y de 2017. Se sabe que bajo esos siniestros hubo pérdidas humanas y materiales, donde llevó a grupos de rescatistas y brigadistas a trabajar en equipo para realizar una labor de apoyo a la ciudadanía, inspeccionando las zonas con

mayor daño con el fin de localizar y rescatar personas lesionadas o atrapadas bajo los escombros. Para evitar exponer al personal o líder de rescatistas se debe considerar que un robot realice la labor de búsqueda y localización de las personas que pudieron quedarse dentro de los edificios sin colapsar, así como los que colapsaron durante un evento sísmológico.

En la presente investigación se desarrolló e implementó una aplicación de búsqueda de lesionados para el robot NAO H25, que represente el patrón de búsqueda de lesionados por múltiples habitaciones, para inspeccionar edificios que aún no han colapsado en caso de presentarse un sismo en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

El patrón de búsqueda de lesionados por múltiples habitaciones se utiliza cuando quedan sin colapsar varias habitaciones completas, y el recorrido siempre comienza y avanza por la derecha mediante la técnica de llamado y escucha [USAID/OFDA, 2010]. El procedimiento para este patrón tiene como base la recolección de información y preparación del croquis [USAID/OFDA, 2006].

Tomando en cuenta el punto anterior, es adecuado elegir un robot humanoide ya que este tiene las características similares a un ser humano, en este caso se consideró el robot NAO H25. Es un robot de 58 centímetros, interactivo, totalmente programable y en constante evolución, es capaz de interactuar de forma natural, con todo tipo de público. Este robot escucha, habla, ve, reconoce objetos, se mueve y se relaciona con las personas para resolver una problemática o necesidad, por tal motivo puede ser programado de forma textual o guiada.

NAO es capaz de percibir el entorno a partir de sus múltiples sensores, entre los cuáles se encuentran dos cámaras, cuatro micrófonos, nueve sensores táctiles, dos sensores de ultrasonidos, ocho sensores de presión, un acelerómetro y un giroscopio. Además, incluye otros elementos de expresión que le dan un alto grado de interactividad, como sus 53 LEDs RGB, su sintetizador de voz y sus dos altavoces [Aliverobots, S/F]. Para el desarrollo de la aplicación mencionada anteriormente, se necesitan conocer las siguientes definiciones: Un colapso es una destrucción, deformación, ruina o paralización de una estructura o sistema [Real Academia Española, 2021]. Una lesión “es un cambio anormal en la estructura de

una parte del cuerpo producida por un daño externo o interno” [Pérez y Merino, 2010]. La búsqueda son los métodos o acciones de revisión y localización de lo que se encuentra perdido o en peligro [Formación y Especialización en Seguridad, S. L., 2016]. Para el desarrollo de la aplicación en el robot NAO H25, se utilizó el modelo de cascada. Este fue el primer modelo de proceso de desarrollo de software o ciclo de vida del software. Las principales etapas de este modelo se transforman en actividades fundamentales de desarrollo [Sommerville, 2006]:

- **Análisis y definición de requerimientos:** Los servicios, restricciones y metas del sistema se definen a partir de las consultas con los usuarios. Básicamente se obtiene la especificación del sistema.
- **Diseño del sistema y del software:** El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistemas hardware o software. Establece una arquitectura completa del sistema. El diseño del sistema identifica y describe las abstracciones fundamentales del software y sus relaciones.
- **Implementación y prueba de unidades:** Durante esta etapa, el diseño del sistema se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación.
- **Integración y prueba del sistema:** Los programas o las unidades individuales de programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software. Después de las pruebas, el software se entrega al cliente.
- **Funcionamiento y mantenimiento:** Generalmente esta es la fase más larga del ciclo de vida. El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios del sistema una vez que se descubren nuevos requerimientos.

2. Métodos

Se utilizó el Modelo Cascada para el desarrollo de la aplicación. A continuación, se explican las actividades que se realizaron en cada etapa:

• **Análisis y definición de requerimientos.** En esta etapa inicial, se investigó y realizó un algoritmo sobre el patrón de búsqueda de lesionados por múltiples habitaciones, en las siguientes etapas se programará la aplicación que se ejecutará en el robot NAO H25. De acuerdo con el patrón de múltiples habitaciones es necesario contar con un equipo de rescate conformado por dos o tres personas, ya que uno de ellos debe dar las indicaciones de acuerdo con la situación y su experiencia en la capacitación obtenida, también es importante resaltar que el robot NAO H25 es un apoyo para poder acceder a los lugares más estrechos, y de acuerdo con el algoritmo se dará un recorrido por la derecha marcando una línea de vida si es necesario.

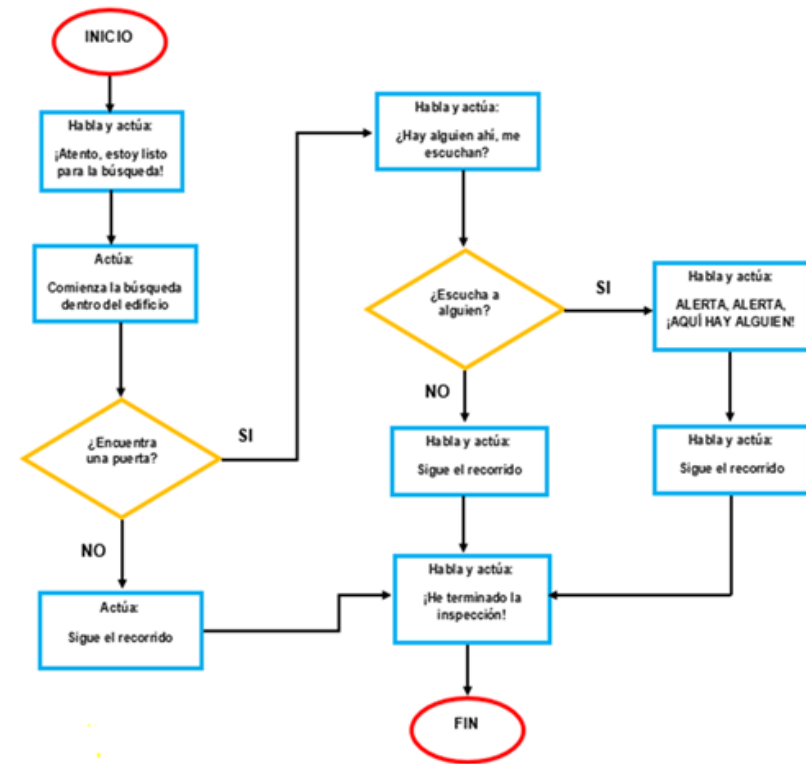
El robot NAO H25 está programado para localizar a alguien en estructuras no colapsadas. Cabe enfatizar que el líder estará monitoreando en tiempo real, lo que la cámara del robot va captando durante el recorrido de este. A continuación, se muestra el algoritmo de las actividades que realizan el líder de la búsqueda y el robot NAO H25 para la búsqueda de lesionados, utilizando el patrón de múltiples habitaciones [USAID/OFDA, 2006]:

1. Encender el robot.
2. Colocar el robot en la entrada del edificio a inspeccionar.
3. Iniciar la aplicación en el robot.
4. El robot indica utilizando un parlante ¡ATENTOS, ESTOY LISTO PARA LA BÚSQUEDA!
5. El líder y el robot comienzan el recorrido del área, caminando por la derecha, de no tener acceso gira 90° a la izquierda y continua con el recorrido.
6. En caso de haber puertas cerradas, el líder intentará abrirla para que el robot ingrese.
7. Una vez ingresado el robot a las instalaciones del Centro Universitario, inspecciona si hay personas en el lugar, diciendo por el parlante ¿HAY ALGUIEN AHÍ, ME ESCUCHAN?
8. En caso de haber personas lesionadas, el robot dirá ¡ALERTA, ALERTA!, ¡AQUÍ HAY ALGUIEN!

9. El robot dará un recorrido por toda la sala en la que se encuentre siempre caminando por el lado derecho, hasta que llegue de nuevo a la puerta de la sala que inspeccionó.
10. Una vez finalizado el recorrido el robot se despedirá diciendo ¡HE TERMINADO LA INSPECCIÓN!

Diseño del sistema y del software

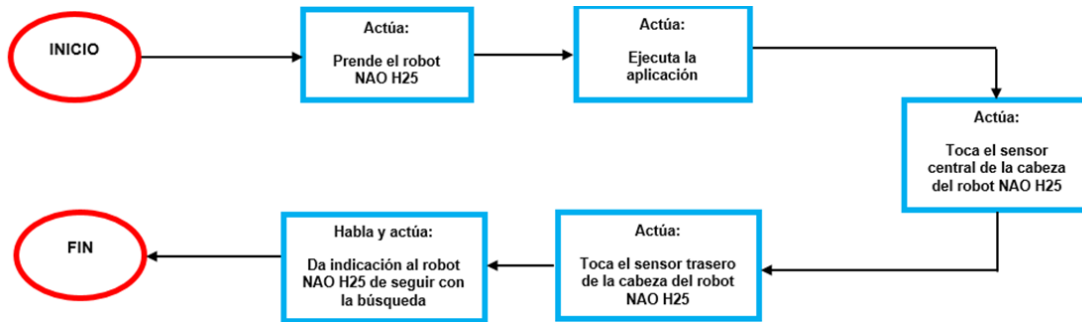
De acuerdo con el algoritmo anterior se optó por realizar un diagrama de flujo (figura 1) para modelar y ejemplificar las actividades que realiza el robot NAO H25, considerando que cada paso se sigue consecutivamente.



Fuente: [Elaboración Propia].

Figura 1 Actividades que realiza el robot NAO H25 para la búsqueda de lesionados.

El líder supervisa cada actividad que se va realizando durante la búsqueda, y si hay un área donde el personal no pueda acceder dará la orden para que el robot NAO ingrese, en la figura 2 se muestra cada paso que el líder debe realizar para una búsqueda con el robot.



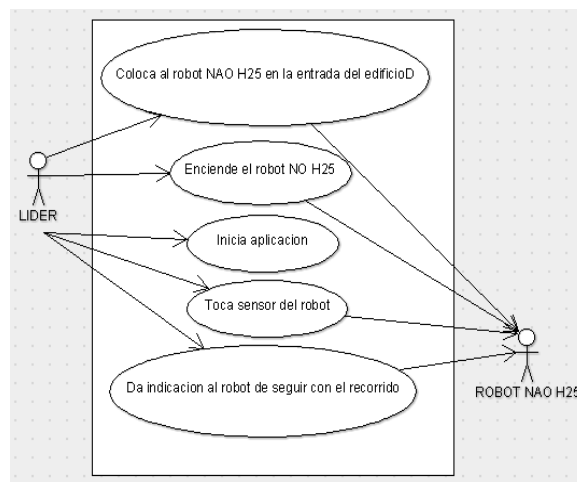
Fuente: [Elaboración Propia].

Figura 2 Diagrama de flujo de las actividades que realiza el líder de protección civil.

Para simplificar y lograr entender las actividades que realiza cada miembro del equipo de protección civil, se realizaron casos de uso, donde se muestra la relación entre el líder del equipo y el robot NAO H25. En figura 3 se puede apreciar cada acción que el líder realiza para interactuar con el robot, mientras que en figura 4 se observan todas las acciones que ejecuta el robot cuando se inicia la aplicación en este.

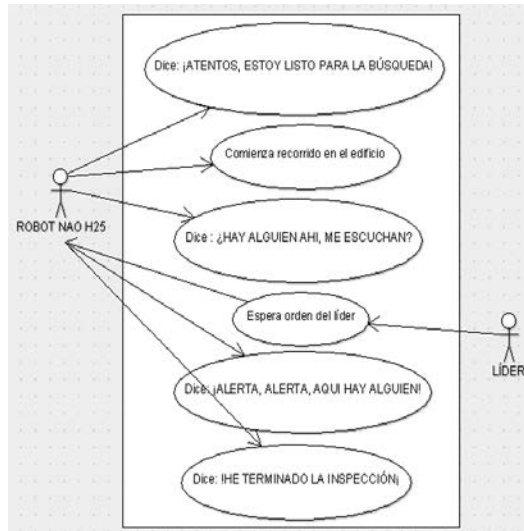
Implementación y prueba de unidades

Se muestra en la figura 5, el croquis del edificio D del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, donde se realizará una prueba de inspección para la localización de personas lesionadas en caso presentarse un desastre natural.



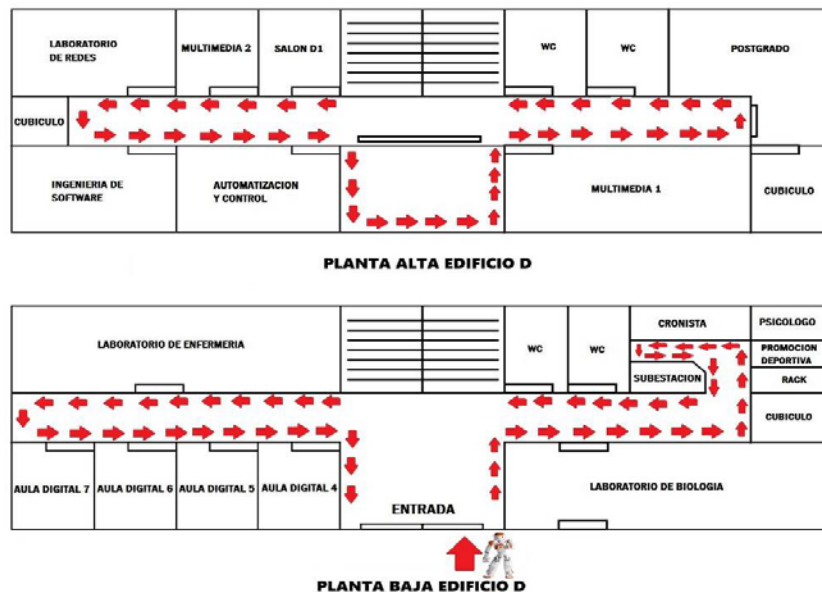
Fuente: [Elaboración Propia].

Figura 3 Casos de uso de las acciones que realiza el líder del equipo, para iniciar la aplicación en el robot.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 4 Casos de uso de la relación entre el líder del equipo y el robot.



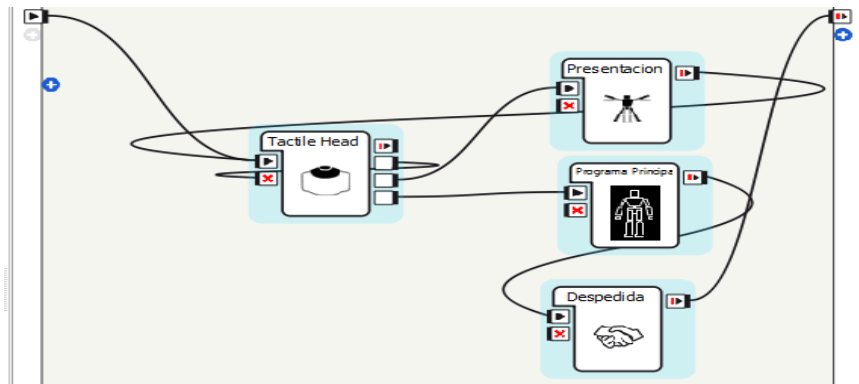
Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 5 Croquis del edificio D del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Dicho croquis será utilizado para conocer de forma precisa los espacios por donde realizará la búsqueda el robot. Con base en la figura 5, se realizó una aplicación para el robot NAO H25 que se encuentra en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, la cual está dividida en tres secciones y consiste en programar el robot, modificando los módulos predeterminados tomando como referencia los sensores táctiles que trae en su cabeza. Para esta aplicación se ocupó el sensor trasero el

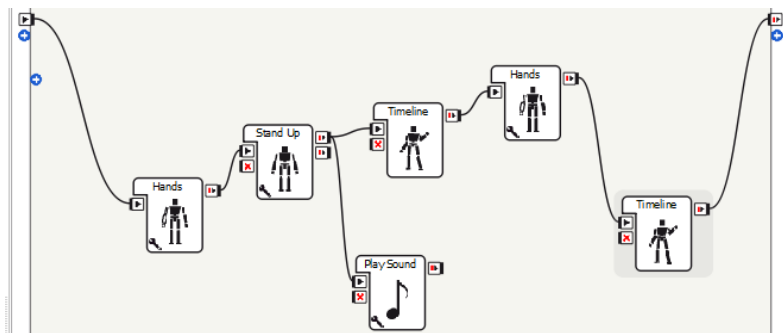
cual ejecuta una pequeña presentación y el sensor del centro ejecuta la aplicación principal seguido de una breve despedida como se muestra en la figura 6.

En el primer módulo de la aplicación encontramos la presentación, figura 7, el cual está conformado por módulos predeterminados del software Choregraphe, una rutina donde levanta el brazo cerrando el puño para imponer silencio y un audio donde da la indicación de que hacer para comenzar.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 6 Distribución de sensores y estructura general de la aplicación en Choregraphe.

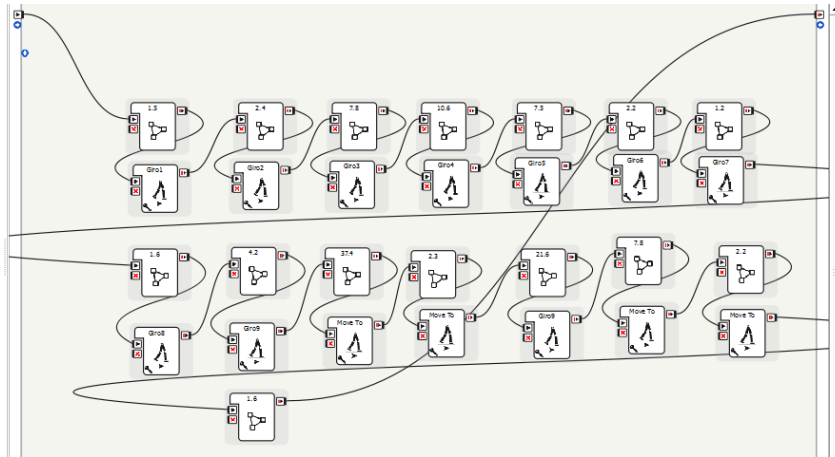


Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 7 Estructura del módulo "Presentación".

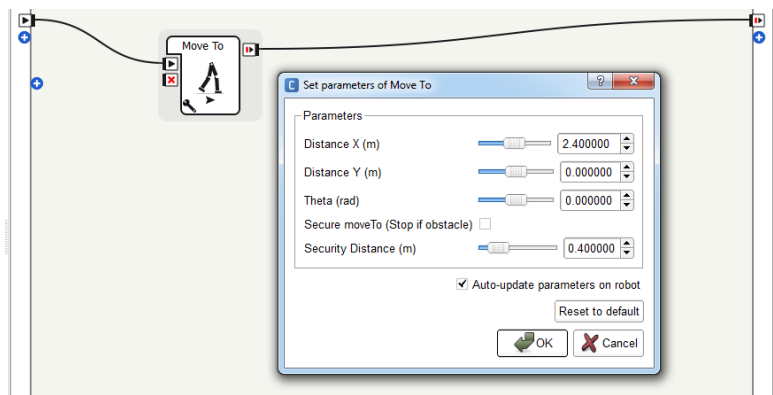
Para el desarrollo del segundo modulo se estructuro de una manera más fácil para poder manipularla, figura 8, ya que se insertaron movimientos predeterminados para que el robot pudiera girar y así lograr completar un mejor recorrido.

También se elaboraron submódulos los cuales contienen la distancia exacta que camina de manera recta, utilizando movimientos predeterminados llamados "Move To", como se presenta en la figura 9.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 8 Estructura general del módulo "Programa principal".

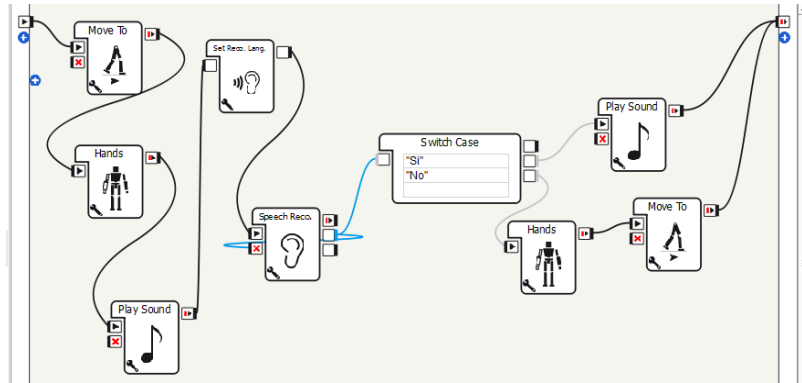


Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 9 Movimiento "Move To" con 2.4 m de distancia.

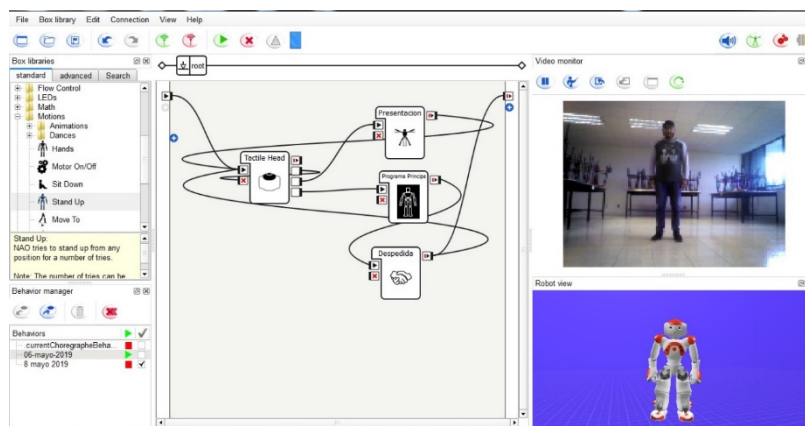
En la programación de la aplicación se colocó una condición (Switch case) para ejecutar una acción cuando los datos de entrada sean verdaderos, en este caso, cuando el robot pregunta si hay alguien lesionado, manda una alerta indicando que ha encontrado una persona, en caso de que no localice a nadie el líder le dará la orden para seguir buscando, figura 10.

Durante el recorrido del robot y con ayuda de sus cámaras, el líder podrá monitorear en todo momento lo que se vaya captando mediante la función "Monitor" en el software Choregraphe, figura 11. Una vez finalizado todo el recorrido dentro del edificio se ejecuta una rutina que indica la conclusión de la inspección, habiendo considerado la búsqueda en cada puerta que se encuentra en la planta baja del edificio, figura 12.



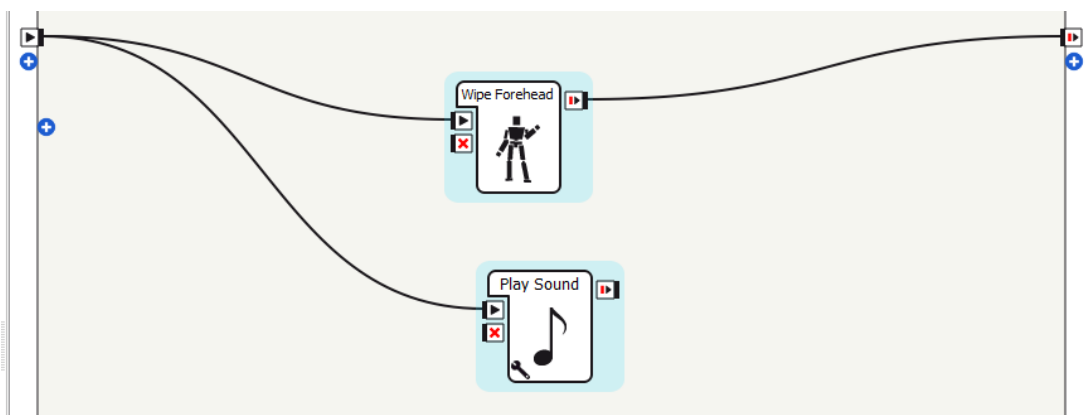
Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 10 Switch Case para toma de decisiones del robot NAO H25.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 11 Interfaz de Choregraphe con la ventana "Monitor".



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 12 Estructura del módulo "Despedida".

3. Resultados

En la etapa de integración y prueba del sistema, bajo el Modelo Cascada utilizado, se realizó una demostración de la aplicación en la cual se encontraron presentes nueve alumnos y tres docentes de la carrera de Ingeniería en Computación sumando un total de doce personas, ver figura 13.

Como se puede apreciar en la figura 14, al término de la demostración se les aplico una encuesta con escala de Likert y con las respuestas de cada encuesta se pudieron obtener las siguientes estadísticas. El 58% indican que la aplicación es buena y el 42% comentan que la aplicación es regular, ver figura 15.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 13 Demostración de la aplicación.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 14 Aplicación de cuestionarios.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 15 Estadísticas de la primera pregunta del cuestionario aplicado.

El 100% de los presentes indican que el título si va acorde a la aplicación, como se presenta en la figura 16. El 92% indican que si puede ser aplicada en otro escenario y el 8% comentan que no puede ser aplicada a otros escenarios (Figura 17). El 59% indican que la aplicación es innovadora, el 33% comentan que más o menos innovadora y el 8% dicen que no es innovadora (Figura 18).



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 16 Estadísticas de la segunda pregunta del cuestionario aplicado.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 17 Estadísticas de la tercera pregunta del cuestionario aplicado.



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 18 Estadísticas de la cuarta pregunta del cuestionario aplicado.

El 92% indican que es amigable la aplicación y el 8% comentan que es muy amigable la aplicación (Figura 19).



Fuente: [Elaboracion Propia].

Figura 19 Estadísticas de la quinta pregunta del cuestionario aplicado.

4. Discusión

Hay diferentes tipos de robots alrededor del mundo y todos con distintas finalidades en su aplicación, aplicados en la medicina, aplicaciones militares, investigación, educación, agricultura, etc. [Cajal, 2019].

Destacando la aplicación que se le da a los robots, podemos resaltar los que son desarrollados para búsqueda después de un sismo, pero la mayoría de todos los que realizan actividades similares tienen forma de araña, vehículo o escarabajo, sin embargo, la aplicación desarrollada, abre los panoramas a la elaboración de nuevas herramientas que pueden ser de apoyo para los grupos de rescatistas, y así lograr el menor riesgo posible para las personas que inspeccionan los espacios.

Por otra parte el robot NAO ha sido de apoyo para distintos ámbitos en el mundo de la robótica, desde programarlo para jugar un partido de futbol con otros robots, hasta programarlo para contar cuentos o enseñar a contar, por lo cual es la mejor opción para desarrollar una labor de búsqueda, considerando los puntos mencionados anteriormente, no hay un robot humanoide que realice la búsqueda dentro de un edificio al menos en México, ya que distintas universidades han optado por otros tipos de robot [Palacios, 2018].

Por consiguiente, durante el desarrollo de la aplicación se fueron presentando grandes logros para una mejor aportación en el tema de los sismos, por lo que se pudo verificar que un robot humanoide tiene más posibilidades de realizar las actividades similares a las de un ser humano.

Se obtuvieron los resultados esperados al plantear la problemática, ya que la aplicación cumplió con todos los puntos considerados en los cuales fue de apoyo para los usuarios:

- Se programaron los sensores táctiles de la cabeza del robot NAO H25, para una distribución mejor de las acciones principales al momento de ejecutar la aplicación.
- Se logró el recorrido completo de la planta baja del edificio D del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, teniendo una completa autonomía el robot NAO H25 en todo momento.
- El robot realiza las actividades correspondientes al detectar una puerta y verificar si hay alguna persona dentro de alguna sala o si no la hay.
- De acuerdo con los cuestionarios la aplicación es innovadora, creativa, amigable en su ejecución e interacción con los usuarios y se puede aplicar en distintos escenarios considerando los requisitos necesarios para su ejecución, ya que el robot NAO H25 puede adaptarse fácilmente por la autonomía que lo identifica, no sin antes mencionar que la aplicación está perfectamente diseñada y desarrollada para la búsqueda.

Podemos denotar que la aplicación en un robot humanoide da mucho de qué hablar, en cuanto a la adaptación que puede haber al momento de realizar una búsqueda,

tomando en cuenta que la mayoría de las personas optan por otro tipo de robot, ya sea por ser compactos o por su mejor desplazamiento, pero sin embargo se notó que un robot con extremidades similares a un humano también puede realizar labor de búsqueda, siempre y cuando se programe de manera adecuada, considerando los puntos más importantes y los espacios principales para tener una búsqueda más satisfactoria. El robot puede realizar la inspección del edificio de forma remota por medio de una conexión WiFi, junto con sus cámaras HD o un integrante del grupo de rescatistas lo puede encender dentro del edificio en el que se va a realizar la búsqueda.

Por otra parte, el robot NAO no solo se puede aplicar en ámbitos de enseñanza, si no también, puede ser aplicado en una amplia gama de áreas de conocimiento, en este caso se aplicó en la localización de lesionados en caso de presentarse un desastre natural, por lo que este proyecto puede abrir el panorama aún más grande de lo que se tiene sobre en el tema de robótica.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] AliveRobots. (S/F). NAO los robots del futuro son ya una realidad: <https://aliverobots.com/nao/>.
- [2] Cajal, A. (2019). 10 aplicaciones de la robótica en presente y futuro. Lifede: <https://www.lifeder.com/aplicaciones-robots/>
- [3] Carpenter, J. (2009). Robot Humanoide. Enciclopedia Libre: https://es.wikipedia.org/wiki/Robot_humanoide
- [4] Formación y Especialización en Seguridad, S. L. (2016). Vigilantes de seguridad en urbanizaciones, polígonos, transportes y espacios públicos. Madrid: Editorial CEP.
- [5] Juárez, C., et. al. (2017). Manejo del Robot NAO H25. Repositorio Institucional UAEMex: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/69972/secme-25335_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [6] Meza, N. (2015). Los 8 sismos más catastróficos en la historia de México. Forbes: <https://www.forbes.com.mx/los-8-sismos-mas-catastroficos-en-la-historia-de-mexico/>.

- [7] Palacios, K. (2018). Alumnos del IPN crean robot para ayudar en sismos. MILENIO: <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/alumnos-ipn-crean-robot-ayudar-sismos>.
- [8] Pérez, J. y Merino, M. (2010). Definición de lesión: <https://definicion.de/lesion/>
- [9] Real Academia Española. (2021). Colapso: <https://dle.rae.es/colapso>.
- [10] Sánchez, J. (2015). Técnicas de búsqueda y rescate en estructuras colapsadas. Paraninfo.
- [11] SoftBank Robotics. (S/F). NAOqi Documentation Center: <http://doc.aldebaran.com/>
- [12] Sommerville, I. (2006). Ingeniería del Software. Madrid, España: Pearson Educación.
- [13] USAID/OFDA. (2006). Búsqueda y Rescate en Estructuras Colapsadas. Embajada de los Estados Unidos de América, San José Costa Rica.
- [14] USAID/OFDA. (2010). Curso de Rescate en Estructuras Colapsadas (CRECL) Nivel Liviano. Estados Unidos de América.