
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT PARA LA
AYUDA A NIÑOS CON AUTISMO EN SUS INTERACCIONES
SOCIALES A TRAVÉS DE LA IMITACIÓN”**

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO/A EN COMPUTACIÓN

KEVIN FRANKLIN ALVARADO CORNEJO

JOSEPH WILSON CEVALLOS CHACÓN

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2019

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado al apoyo incondicional de mi familia primaria que siempre confiaron en mis capacidades a través de este camino en la obtención del título, primero a mi hija Gislaine como motor fundamental y motivación de superación, también a mi madre Laura como ejemplo de empuje y apoyo incondicional, a mis hermanos John y Jefferson que siempre estuvieron ahí para ayudar cuando fue necesario, con el único fin de colaborar para cumplir con mis objetivos académicos trazados. También dedico este título a aquellos familiares y amigos que en este camino me supieron brindar su guía en el transcurso de mi educación universitaria.

Joseph Wilson Cevallos Chacón

DEDICATORIA

En primer lugar, me gustaría mostrar mi absoluto agradecimiento a mi madre, pues sin su apoyo durante toda mi carrera nada de esto hubiese sido posible. Hoy le dedico este trabajo porque es suyo.

A mi profesor tutor por darme la idea de esta investigación y a mi compañero de tesis por acompañarme en este camino. Sólo él sabe lo complicada que ha sido la elaboración de este trabajo.

A mi enamorada por su compañía incondicional durante gran parte de mi carrera, a mi equipo de trabajo académico por el nivel de cohesión que con ningún otro pude desarrollar, a mi círculo cercano de amigos por hacer de esta una de las mejores experiencias vividas y a todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron con esto. A todos ustedes, gracias.

Kevin Alvarado Cornejo

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral que es la formadora de nuestra educación de tercer nivel para realizarnos como profesionales íntegros que aporten a la sociedad a través del conocimiento. Agradecemos a nuestros compañeros y docentes que nos dieron su apoyo y guía para la culminación del proyecto.

Nuestro sincero agradecimiento a nuestro tutor asignado profesor Dennys F. Paillacho Chiluiza por el apoyo y guía brindada dentro de la investigación, desarrollo e implementación del proyecto asignado.

- Joseph W. Cevallos Chacón
- Kevin F. Alvarado Cornejo

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Kevin Franklin
Alvarado Cornejo

Joseph Wilson
Cevallos Chacón

EVALUADORES

Boris Veintimilla Burgos

PROFESOR DE LA MATERIA

Dennys Paillachu Chiluiza

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Actualmente existe alrededor de 1500 niños declarados con algún grado de autismo en el Ecuador cuyos casos son regularmente tratados por el campo médico lo que hace necesario herramientas que contribuyan a la educación y comunicación de aquellos niños. Por tal propósito este proyecto realiza la integración de la tecnología para el bienestar y evolución de los individuos con autismo grado uno.

Para realizar lo expuesto anteriormente se cuenta con la base de un robot y una aplicación móvil educacional diseñada especialmente para niños con autismo, estas dos herramientas se integrarán de manera que la aplicación interactúe con el niño y el robot. El robot contó con una cámara que permitió obtener las sesiones en tiempo real y poder grabarlas de forma remota para ayudar así al registro y evaluación de cada paciente tratado.

Como resultado se realizó la comunicación de la aplicación móvil con el robot de forma exitosa dándole a cada interacción el movimiento, audio y gesticulación respectiva según el guion pre establecido dependiendo de la secuencia del juego. También se logró exitosamente la transmisión y grabación en tiempo real de las sesiones realizadas. Dentro de las sesiones con los niños con TEA se observó un impacto favorable al momento de la interacción de la aplicación con el robot y se verificó un excelente grado de aprendizaje al utilizar las herramientas.

Debido a la necesidad de obtener herramientas que contribuyan al tratamiento de niños con autismo utilizando mecanismo tecnológico no invasivos tanto para el paciente como para los especialistas, se concluye que, lo desarrollado contribuye a niños con autismo, como un instrumento exitoso en la formación lúdica educacional permitiendo potenciar las habilidades sociales de los niños.

Palabras Claves: TEA, Autismo

ABSTRACT

There are currently around 1500 children declared with some degree of autism in Ecuador whose cases are affected by the medical field which makes necessary tools that contribute to the education and communication of these children. For this purpose this project performs the integration of technology for the well-being and evolution of individuals with grade one autism.

To do the above, there is a robot base and an educational mobile application specifically specific for children with autism, these two tools will be integrated so that the application interacts with the child and the robot. The robot had a camera that selected to obtain the sessions in real time and be able to record them remotely to help with the registration and evaluation of each treated patient.

As a result, the communication of the mobile application with the robot was carried out successfully, giving each interaction the respective movement, audio and gesturing according to the prescribed script, the interaction of the game sequence. The real-time transmission and recording of the sessions carried out was also carried out successfully. Within the sessions with children with TEA, a favorable impact is experienced at the time of the application's interaction with the robot and an excellent degree of learning is verified when using the tools.

Due to the need to obtain tools that contribute to the treatment of children with autism using the non-invasive technological mechanism for both the patient and the specialists, it is concluded that, the development contributes to children with autism, as a successful instrument in educational training educational The social capacities of children.

Keywords: TEA, Autism

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
INDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	8
1. Introducción	8
1.1 Descripción del problema	10
1.2 Justificación del problema	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 Marco Teórico	12
1.4.1 Trastorno del espectro autista.....	12
1.4.2 Robot Social.....	12
CAPÍTULO 2.....	15
2. Metodología.....	15
2.1 Bibliográfica.....	15
2.2 Aplicativa.....	15
2.2.1 Esquematización de módulos.....	16
2.2.2 Modularización Operador - Robot	17
2.2.3 Modularización Aplicación Móvil – Robot	17

2.2.4	Herramientas.....	18
2.2.5	Unity.....	18
2.2.6	Aplicación móvil Anibopi.....	19
2.2.7	Sockets.....	19
2.2.8	Sockets IO.....	19
2.2.9	Web RTC.....	19
2.2.10	Detalle del plan de Implementación.....	20
2.2.11	Detalle de aplicación móvil - Robot.....	20
2.2.12	Detalle operador robot.....	21
2.2.13	Transmisión (webRTC) y grabación (recordRTC).....	22
2.2.14	Desarrollo de movimientos.....	22
2.2.15	Desarrollo de animaciones proyectadas en display.....	25
2.2.16	Desarrollo del audio del robot.....	25
2.3	Detalles e implementación.....	26
CAPÍTULO 3.....		27
3. Análisis del Sistema Ejecutado	27
3.1	Análisis de streaming via WEBRTC.....	27
3.2	Análisis de comunicación de app móvil con Robot.....	30
3.3	Análisis de respuesta del servidor con los diferentes dispositivos	30
3.4	Análisis de sesión de niños con la aplicación móvil y el robot.....	32
CAPÍTULO 4.....		34
4. Conclusiones y Recomendaciones.....		34
4.1	Conclusiones.....	34
4.2	Recomendaciones.....	35
4.3	Limitaciones.....	36
4.4	Trabajos Futuros.....	36

5. Bibliografía.....	37
----------------------	----

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
TEA	Trastorno de espectro autista
APP	Aplicación Móvil
SCRUM	Metodología ágil de gestión de proyectos
WEBRTC	Comunicación Web en tiempo real

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1 Esquema del proyecto.....	16
Ilustración 2.2 Modularización operador-robot.....	17
Ilustración 2.3 Modularización aplicación móvil-robot.....	18
Ilustración 2.4 Matriz de coordenadas del archivo secuencia 1.....	24
Ilustración 3.1 Implementaciones iniciales webRTC y recordRtc	29
Ilustración 3.2 Implementaciones iniciales webRTC y recordRtc en Operador	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Cuadro comparativo de proyectos mencionados.....	13
Tabla 3.1 Transmisión en tiempo real del Audio y video.	28
Tabla 3.2 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos	30
Tabla 3.3 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 1	31
Tabla 3.4 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 2	31
Tabla 3.5 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 3	31
Tabla 3.6 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 1	32

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo donde las enfermedades mentales no son comprendidas en su totalidad por el campo médico, mucho menos el resto de la población. El propósito de la integración de la tecnología para el bienestar y evolución de los individuos que ven mermada su facultad intelectual resulta evidentemente necesario.

Un caso de ellos es el autismo, el cual es un trastorno del neurodesarrollo que afecta a la capacidad de comprensión de las interacciones sociales, de manera que hace imprescindible la implementación de nuevos métodos en la relación tecnología – medicina, como una especie de actualización de una nueva forma terapéutica en estos casos. El autismo es una condición que se presenta a muy temprana edad, siendo la génesis del impedimento del crecimiento integral adecuado de un infante, mostrándose con un comportamiento único en cada niño.

En la actualidad, se entiende que no refiere a un problema meramente de la conducta social, más bien se sostiene en un origen neurológico con respecto a una alteración en el mismo, el término adecuado es Trastornos en el Espectro del Autismo (TEA), el cual abarca una variedad de impedimentos [1]. De acuerdo con la polivalencia del término TEA es imposible encasillarlo, y por consecuente definirlo.

La palabra espectro amplia la cantidad de síntomas de personas, que padecen de dichos trastornos [1]. Es intrínseco que orientarlo a solo una rama de la ciencia no es suficiente, es por este motivo que la colaboración de otros campos, como lo es la ingeniería electrónica y computacional llega a ser un soporte fundamental para dicho déficit.

La creación de un robot capaz de mostrar una personalidad mediante un guion implementado proporciona a los niños una forma de entender y modelar su conducta, dado que el aprendizaje humano está basado en la empatía emocional. Por lo tanto,

es primordial construir robots que puedan crear un vínculo con los niños mediante la simulación de las emociones o por la infiltración de estas emociones en las reacciones de ellos. [2]

Los robots sociales resultan de gran ayuda para diagnosticar el autismo. Algunos constan de cámaras como ojos y siguen el contacto ocular con relevante precisión durante largos períodos de tiempo con la intención de recolectar pruebas para hacer un diagnóstico. También son idóneos para incitar ciertos tipos de conducta. Estos robots ayudan a los pacientes infantiles a mejorar tanto sus habilidades sociales como las sensoriales y cognitivas. Los terapeutas programan los robots para asistir a los niños en la práctica del contacto visual, imitación, respeto de turnos, etcétera. Durante estos procesos, la interacción niño-robot se convierte en una relación amistosa, mediadora entre el terapeuta y el paciente. [3]

Este trabajo será planteado de la siguiente manera. En lo que resta de esta sección tomaremos en consideración cuatro ítems de gran importancia: la descripción del problema, los objetivos, la justificación que ha llevado a crear este prototipo y finalmente el marco teórico como una forma de entender el contenido general del proyecto realizado.

1.1 Descripción del problema

Durante mucho tiempo, especialistas han visto complejo el tratamiento y obtención de un progreso elevado en los niños con las sintomatologías del espectro autista. Estos tipos de trastornos en niños son una discapacidad del desarrollo que puede provocar un déficit muy marcado en sus interacciones sociales, comunicacionales y conductuales significativos. Afirma la Confederación de Autismo de España (2019), estiman 13.000 niños afectados, las estadísticas constatan que existen entre uno y dos casos por cada 1.000 niños en ese país. [1]

Considerando que las destrezas de aprendizaje de los niños con TEA pueden variar según sea el caso, desde pacientes con un alto nivel de agilidad hasta otros que presentan mayores dificultades en sus capacidades, el uso de robots sociales como terapia de rehabilitación aún no es frecuente y no resulta accesible para todos los pacientes con TEA.

La carencia de la metodología clásica radica en la propiedad inherente de la enfermedad misma, ya que el proceso comunicacional con los médicos tratantes resulta ser para los menores muy difícil, por este motivo las interacciones de los niños no resultan eficiente en su mayoría. Se ha comprobado que los niños con este problema rechazan por lo general el contacto humano, pero no sucede así con la interacción de tecnología especialmente robots a los cuales se sienten más a gusto con su interacción, por este motivo la vigilancia y evaluación de estrategias para la identificación temprana, propondría en el tratamiento precoz, unos mejores resultados.

La Federación Ecuatoriana del Espectro Autista (FEDEA) desea impulsar el desarrollo de más unidades robóticas para llevar a cabo experiencias prolongadas en los hogares con niños con TEA.

1.2 Justificación del problema

La enfermedad del autismo resulta ser intrigante por la diversificación del comportamiento en las personas, en este caso los niños como punto a tratar. El autismo es una problemática que se intenta desde hace muchos años dar alguna solución, sin embargo, no ha tenido una efectividad sobresaliente, se busca generar

un cambio en estos tratamientos mediante esta interacción robótica con los niños. Al recopilar la información de estas sesiones en tiempo real, se contaría con un respaldo útil para el diagnóstico y análisis del comportamiento del paciente, con el objetivo de personalizar su tratamiento y obtener mejoras en sus habilidades.

El proyecto representa una retroalimentación integral, ya sea en el marco de las ciencias como lo es reto interdisciplinario, entre sistemas computacionales y robótica, poniendo las prestaciones de la ingeniería al servicio social, al avance y crecimiento de esta parte de la población que suele ser ignorada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar el prototipo funcional de un robot que se comportará como el personaje de como herramienta lúdica-educativa mediante integrar movimientos mecánicos, sonidos, gesticulaciones, y la vez transmisión de audio-video en tiempo real captado desde la visión del robot, todo esto con la interacción de una aplicación móvil. Esto sirve para potenciar el aprendizaje y rehabilitar problemas de atención en niños con TEA. Plantear el posicionamiento de dicho prototipo como una propuesta de prestación que infrinja un cambio relevante.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Transmisión y grabación de las sesiones en tiempo real del niño desde la visión del robot.
- Establecer comunicación y añadir ajustes necesarios en la aplicación móvil (juego) que se utilizará posteriormente como medio en la interacción del niño con el robot.
- Desarrollo e implementación para la ejecución del guion establecido para el personaje (robot) que incluye movimientos de cabeza, audio (voz del personaje) y gestos (virtualización de ojos a través del display integrado al robot).

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Trastorno del Espectro Autista

El autismo es un trastorno del desarrollo que afecta a las competencias cognitivas, sociales y emocionales y también a las habilidades del ser humano. Se caracteriza por un comportamiento que incluye deficiencias cualitativas en la comunicación e interacción social, así como patrones repetitivos evidentes y una restricción de intereses y actividades. [4]

El TEA limita el entendimiento y adaptación a la realidad de un niño manifestándose como perturbaciones cualitativas cuya intensidad puede variar de mayor a menor, también como incapacidad de relacionarse a nivel social y comunicarse a través del lenguaje. [5]

Los profesionales que trabajan con niños con TEA siempre deben tener en cuenta que la interacción con el infante se basará en favorecer la adaptación de este al entorno físico, social y cultural e involucrar a la familia en el proceso con el fin de mejorar las competencias del paciente. [6]

Las terapias ante el TEA necesitan poseer una cualificación técnica adecuada por parte del equipo profesional de atención temprana, también se requieren competencias específicas y empatía para conectar con el paciente y la familia. [7]

1.4.2 Robot social

Un robot social es una plataforma que instaura una interacción social con las personas, muy similar a las relaciones interpersonales [8]. Esta plataforma ha sido seleccionada como herramienta complementaria en terapias de rehabilitación para personas con autismo con la intención de apoyar la adaptación al tratamiento e impulsar el desarrollo del aprendizaje [9]. Un robot social está compuesto por los siguientes elementos esenciales [10]:

- **Parte física**, relacionada físicamente con el ambiente.
- **Parte reflexiva**, capacidad de respuesta rápida a acontecimientos imprevistos.
- **Parte deliberativa**, requerida para lograr los objetivos y metas establecidas.
- **Parte social**, capacidad del robot para interactuar con el entorno.

Resulta relevante que todo robot social muestre una personalidad específica para que las personas sean capaces de vincularse de forma más concreta, ya que la

personalidad del mismo proporciona a los usuarios las estrategias para entender su comportamiento. [11]

La efectividad del robot recae principalmente en su habilidad para establecer relaciones, es decir, vínculos emocionales con el usuario. Las actividades del robot pueden ser implementadas desde distintos contextos, procurando siempre explotar las cualidades de la plataforma y mejorar la calidad de la interacción con los usuarios. [12]

Hoy en día, existen varios proyectos orientados a mejorar el desempeño de los niños con TEA, tanto en sus habilidades cognitivas, sensoriales, motoras y sociales. Los robots sociales son idóneos para realizar este trabajo porque resulta más cómodo para los pacientes infantiles interactuar con ellos que hacerlo directamente con los terapeutas. Los comportamientos de los robots son predecibles y repetibles, también adaptables según sea el caso del niño.

En la Tabla 1.1, se visualiza un cuadro comparativo de los proyectos mencionados:

ROBOT	PAÍS	CARACTERÍSTICAS
AURORA	Reino Unido	<ul style="list-style-type: none">• Autónomo y móvil, programado para responder al niño.• Capaz de generar palabras y frases sencillas.• Consta de sensores de video y tacto. [13]
KASPAR	Reino Unido	<ul style="list-style-type: none">• Expresiones faciales y corporales limitadas.• Responde de forma autónoma ante el toque, usando sensores en sus mejillas, brazos, cuerpo, manos y pies. [14]
KEEPON	Japón	<ul style="list-style-type: none">• Interactúa con el niño y baila cuando detecta música.• Consta de 4 motores, piel de goma, cámaras en sus ojos y un micrófono en su nariz. [15]
NAO	Francia	<ul style="list-style-type: none">• Reconocimiento de voz y localización de sonido.• Reconocimiento facial.• Capacidad hablar, bailar y chocar las manos. [16]
LEKA	Francia	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de expresarse con emociones en su pantalla y desplazarse.

Tras el análisis de estos proyectos se ha constatado que sus objetivos están

		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona luces, vibraciones, sonidos y música. • Entiende los estímulos que recibe y genera una respuesta. [17]
Autómata para ayudar a niños autistas	Italia	<ul style="list-style-type: none"> • Imita la posición de las facciones como las arrugas en el contorno de los ojos y la curva de los labios. • Registro de voz, evaluación del contacto visual y análisis conductual. [18]

centrados en facilitar la interacción social de niños con TEA. Las características del autómata para niños autistas son aplicables en el actual proyecto por la recepción y evaluación de las actividades y reacciones del niño ante la presencia del robot. Con esto, se busca monitorear y respaldar información útil para realizar estudios sobre el comportamiento de los niños con TEA. Los proyectos restantes que se han analizado proporcionan la interactividad con el paciente, es decir, la capacidad del robot para ser expresivo y dinámico, lo cual genera confianza en los niños.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para considerar el problema mencionado en el presente estudio y efectivizar la solución propuesta en el mismo, se ha orientado dentro de los siguientes tipos de investigación: Bibliográfica y Aplicativa.

2.1 Bibliográfica

El Proyecto llevado a cabo nace y se desarrolla a partir de un problema surgido en los niños con el espectro TEA. La enfermedad es un problema ya existente, por consiguiente, la obtención de información referida a esta sintomatología no es un descubrimiento como tal, y por lo tanto no es un trabajo experimental ni de observación. Es por este motivo que se ha tomado en cuenta los contenidos vertidos por fuentes que ya han ahondado en dicho tema previamente.

Desde este apartado se puede generar un criterio más maduro del tema, comenzando a valorar la información obtenida y filtrándola. La perspectiva que recoge este trabajo, permite inferir sobre una realidad inherente, pero también sobre una alternativa basado en el campo aplicativo de la programación.

El soporte bibliográfico añadido a este trabajo cumple un propósito fundamental, ya que es un punto de arranque que indica cómo va orientada la parte técnica que compete a las funcionalidades del robot, esto también incluye los esquemas de comunicación. La adaptación del presente trabajo en función a la capacidad de asimilación y resolución del problema.

2.2 Aplicativa

En esta sección se describe la metodología a utilizar en el proyecto, se explicarán de forma detallada cada uno de los módulos, las distintas herramientas a usar en la ejecución del desarrollo e integración de los diferentes módulos del proyecto entre sí, en detalle de la implementación.

Se explicará una breve descripción de ciertas funciones específicas de cada lenguaje y ejecución realizada para cumplir los objetivos.

Utilizaremos un modelo de metodología ágil SCRUM, esta metodología nos ayuda a separar las tareas, estructurar el planteamiento del proyecto y presentar los avances según los segmentos que se vayan desarrollando. Un aplicativo utilizado y sin costo para designar la metodología SCRUM es Pivotal Tracker que será utilizado como herramienta dentro del proyecto. [19]

2.2.1 Esquematización final de los módulos del proyecto

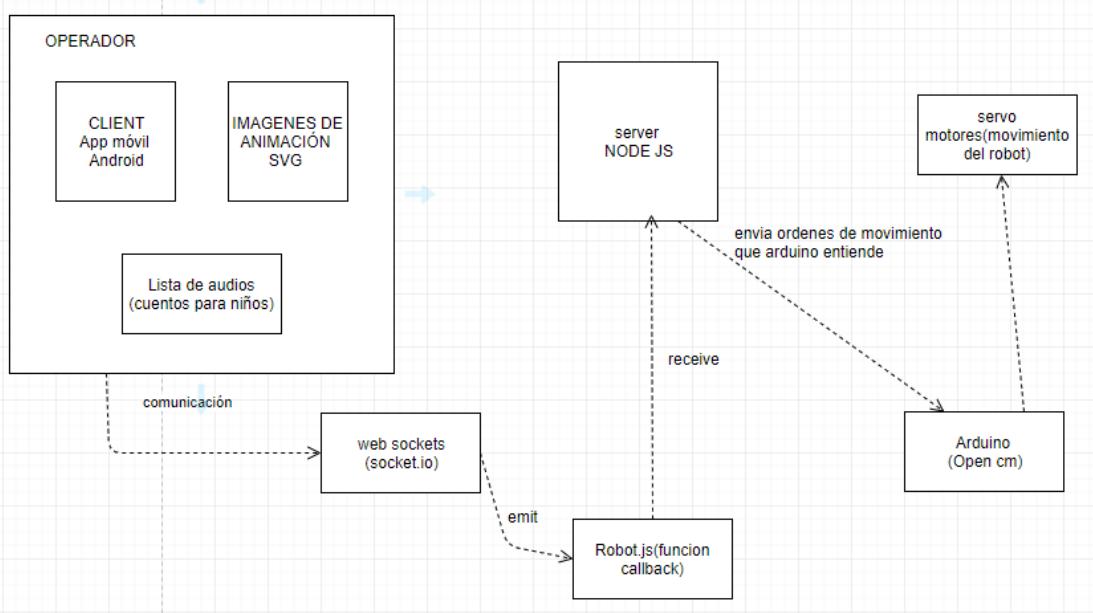


Figura 2.1 Esquema del proyecto

Como podemos observar aquí tenemos un esquema modularizado del Proyecto general, se ha hecho una separación por bloques en los que separamos varias tecnologías que se conectan de forma sincronizada para que toda acción del robot se realice en tiempo real, paralela y concurrente.

En el primer bloque pertenece al operador, que dejará de ser manual para nuestro proyecto ya que ahora el operador será la misma aplicación móvil, a partir de la app se enviarán eventos clic hacia el robot, esta comunicación se llevará a cabo con la ayuda de tecnología web sockets. Todo esto con la asistencia del servidor NodeJs que es el que recibirá las funciones callback. El middleware de comunicación entre el servidor y el robot es a través del lenguaje micropython, fundamental para el movimiento de los motores, esto se cambiará por la tecnología actualmente en uso que es open cm.

2.2.2 Modularización Operador - Robot

Operador. - Aplicación web que actualmente se comunica con el robot dándole instrucciones básicas para que realice determinados movimientos el robot. Dentro de esta aplicación se procederá a instalar WebRTC e implementar el desarrollo necesario para recibir vía streaming audio y video que tendrá la opción de grabarlo, esta transmisión será captada desde la cámara ubicada en la cabeza del robot.

Robot. - Este mecanismo constará de una cámara web para la transmisión vía streaming hacia el Operador, esta transmisión se podrá visualizar desde que exista la conexión WebRTC entre ambos dispositivos.

El módulo Operador. - Robot tiene como finalidad la transmisión vía WebRTC el cual permite visualizar en tiempo real desde la perspectiva del robot la interacción del niño – robot y grabarlo desde cualquier browser con el fin de un análisis de la interacción. El análisis podrán realizarlo profesionales (psicólogos) con el fin de ayudar a identificar las reacciones de los niños con TEA en relación a la aplicación móvil Anibopi y Robot.

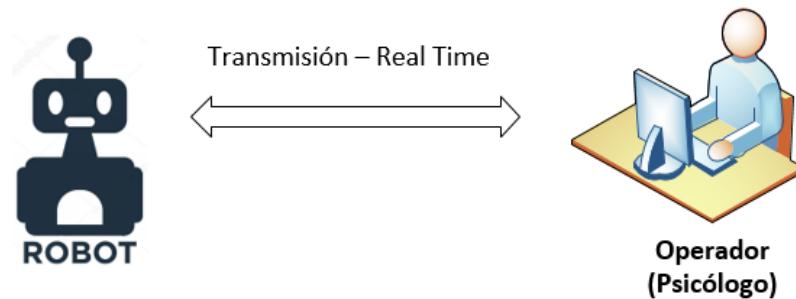


Figura 2.2 Modularización Operador – Robot

2.2.3 Modularización Aplicación Móvil – Robot

Aplicación Móvil. - La aplicación móvil se encuentra desarrollada en la plataforma Android, esta aplicación es un juego que consta de varias secciones que están ubicadas con características especialmente para niños con TEA. Las especificaciones especiales son los colores, el tamaño de los botones, sonido, tipo

de juego educacional, todo lo que se refiere a interfaz. [20]

Robot. - El mecanismo constará de varios dispositivos mecánicos como servos motores que serán usados para el movimiento del mismo, cámara para la transmisión ubicada en la cabeza, display que será utilizada para la visualización de los gestos según requiera.

El módulo de aplicación móvil y robot tiene como finalidad que desde la misma (juego) se pueda comunicar hacia el robot. Esta interacción va a estar dada a través de la manipulación del niño con el juego al realizar determinadas acciones (en la aplicación móvil) el robot realizará ciertos movimientos preestablecidos de cabeza, brazo y de forma paralela emitir audio y visualización de los gestos respectivos de acuerdo a la acción en ese instante.

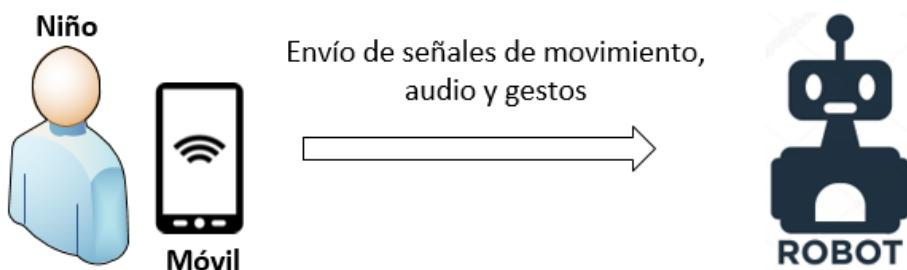


Figura 2.3 Modularización Aplicación móvil – Robot

2.2.4 Herramientas

Es importante también describir cada tecnología que usaremos, si bien sabemos la investigación literaria previa nos permitió seleccionar las herramientas que mejor favorezcan, así como también esclareció como se va a dividir cada sección y que función tendrá cada módulo.

2.2.5 Unity

Unity es un motor de juegos que nos permite hacer gráficos en 2D/3D usado para la realización de videos que se utilizan como recurso dentro del juego Anibopi. [21]

2.2.6 Aplicación móvil Anibopi

Anibopi es una aplicación móvil que utiliza unity y desarrollada en android(Java). El propósito de esta aplicación es ayudar a niños con problemas de TEA mediante la interacción con una app móvil. La app es el desarrollo de un proyecto anterior, el cual ya se encuentra desarrollada por estudiantes de FADCOM en semestres anteriores cuyo código fuente fue provisto en su primera versión para realizar ajustes que permitan mejoras e interacción con el robot. Las especificaciones de la aplicación son la siguientes: Versión de compilación: 28; Min SdkVersión: 15, TargetSdkVersión 28; VersionCode: 5. [22]

2.2.7 Sockets

Son un método de comunicación entre un cliente y un servidor, es un túnel de comunicación que permite que 2 aplicaciones se comuniquen. Los sockets se pueden implementar en cualquier lenguaje de programación, debido a que son características propias de los mismos, y sin límites.

2.2.8 Socket.io

Socket.io es una librería de JavaScript para NodeJS que permite comunicación bidireccional en tiempo real entre un cliente y un servidor. Es una tecnología basada en websockets. Es importante decir que las aplicaciones hechas en socket.io no soportan interacciones hechas con otros clientes que usen websocket estándar, esto es porque socket.io no es una implementación del protocolo web socket sino una librería de comunicación web en tiempo real que utiliza varios protocolos.

2.2.9 WebRTC

WebRTC es un proyecto abierto y gratuito que proporciona a los navegadores y aplicaciones móviles con capacidades de comunicaciones en tiempo real (RTC) a través de API simples. Los componentes de WebRTC se han modificado para

optimizar y dar mejor servicio a este propósito.

Permitir que se desarrollen aplicaciones RTC ricas y de alta calidad para el navegador, las plataformas móviles y los dispositivos IoT, y admitir que todos se comuniquen a través de un conjunto común de protocolos. La iniciativa WebRTC es un proyecto apoyado por Google, Mozilla y Opera, entre otros.

2.2.10 Detalle del plan de Implementación

Como se mencionó anteriormente el proyecto se encuentra modularizado en dos secciones que es la de Operador – Robot y Aplicación móvil – Robot.

2.2.11 Detalle Aplicación móvil – Robot

La aplicación móvil (desarrollo en Android Java) se comunicará con el servidor del robot (desarrollo en NodeJs) en el cual a través del uso de sockets se enviarán las instrucciones a través de tramas que enviarán mensajes de las distintas actividades que realizará el robot como son movimiento, sonido y virtualización de gestos.

La ejecución de los movimientos, sonido y gestos deben generarse de forma paralela para que exista armonía y se vea amigable de apariencia. En la virtualización de gestos se realizará a través de la vectorización de las imágenes que se guardarán dentro del servidor etiquetados con un nombre específico para su uso. El audio será almacenado en formato mp3 y etiquetado de acuerdo al guion al que pertenece para su reproducción. El guion constará de movimientos, audio y virtualización de gestos, acorde a lo detallado por el personal de FADCOM que son los encargados de asesorarnos en este tema en específico.

Para realizar lo indicado se hará ajustes tanto en la aplicación móvil, como también en el servidor del robot para que las librerías de Sockets sean compatibles y establezca una comunicación entre ambas. La aplicación móvil utilizará la versión socket.io-client:0.5.0 y en el servidor NodeJs la versión 11.0

2.2.12 Detalle Operador – Robot

Para implementar este módulo se utilizará WebRTC y RecordRTC, se accederá a las librerías como getUserMedia la cual se divide dependiendo de cada navegador con el que se requiera trabajar, por ejemplos webkitGetUserMedia y mozGetUserMedia para tener soporte en navegadores como Chrome y Mozilla Firefox. Para efectuar la transmisión en tiempo real, se necesita usar un objeto de tipo mediaStreamObj para hacer streaming, lo que es transmisión en tiempo real, y para la sección de grabación usamos una interfaz llamada mediaRecorder, esta proviene de la API MediaStream Recording y se crea invocando al constructor MediaRecorder(). Esta Web API contiene varios métodos los cuales se pueden encontrar en la página de esta librería, los métodos que contiene son los siguientes:⁵

MediaRecorder.isTypeSupported(): Devuelve un valor booleano que indica si el agente de usuario actual admite el tipo MIME dado.

MediaRecorder.pause(): Se detiene la grabación del medio.

MediaRecorderrequestData(): Solicita un blob que solicita los datos guardados hasta el momento (o desde la última vez que se llamó a requestData ()). Después de llamar a este método, la grabación continúa, pero en un nuevo Blob).

MediaRecorder.resume(): Reanuda la grabación de los medios después de haberlos pausado.

MediaRecorder.start(): Comienza a grabar medios; este método puede pasar opcionalmente un argumento de división de tiempo con un valor en milisegundos. Si se especifica esto, los medios se capturarán en partes separadas de esa duración, en lugar del comportamiento predeterminado de grabar los medios en una sola parte grande.

MediaRecorder.stop(): detiene la grabación, momento en el que se dispara un evento de datos disponibles que contiene el Blob final de los datos guardados. No se produce más grabación. Para nuestro objetivo de implementación tan solo vamos a

utilizar estas dos funciones start() y stop(), que son las que nos van a servir para empezar la grabación y terminarla. También se hizo el uso de una función llamada chunks que nos permite leer un archivo de audio o video.

2.2.13 Transmisión (webRTC) y grabación (recordRTC).

Para la implementación de web y record Rtc primero se declaró una variable que contiene dos atributos, uno de audio y otro de video. Se habilitó la variable de audio y en la variable de video se especificaron las dimensiones del video.

Luego, fue imprescindible el uso del objeto navigator que nos permite acceder al objeto singleton MediaDevices, se accede a getUserMedia, el cual solicita al usuario permisos para usar un dispositivo de entrada de video/audio como una cámara o compartir la pantalla y/o micrófono. Al usuario otorgar permisos se retornará una promesa que es resuelta por el resultado del objeto MediaStream. En el caso que el usuario niega el permiso o el dispositivo no es válido, entonces la promesa es rechazada [].

Después, se crea un video de tipo media Stream, se reproduce el video que es capturado por la webcam.

Para la parte de recordRtc, lo que se realizó fue crear primero una instancia del método MediaRecorder con un objeto de media Stream. Se crearon eventos play y stop, estos eventos son los que los usuarios usarán para empezar y detener una grabación, luego se usó chunks para dividir el video por trozos, es decir al momento en el que el operador presione en el botón stop, el video se separe por trozos hasta ese minuto que el presionó stop.

De esta manera se logró la transmisión y grabación de video.

2.2.14 Desarrollo de movimientos

Para esta sección todo el desarrollo se lo hizo en nodejs, que es una forma de ejecutar javascript del lado del servidor. En esta sección hicimos varias cosas, una de ellas basada en los requerimientos del cliente, consistía en que mediante la lectura de un archivo se escriba una serie de coordenadas en un buffer, esto serviría de puente para que sea recibido por OpenCm.

El proceso era crear un archivo con 13 parámetros, todos estos parámetros correspondían a las alas, el pico y la cabeza. Leímos el archivo mediante el uso de

una variable lector que usa una función readline, ya que necesitamos leer línea por línea, cada línea representa una trama, es decir una secuencia de movimientos de los distintos motores. Al usar un método de NodeJs llamado createReadStream, recibimos el nombre de un archivo.

La trama es separada, se le hace un Split para separarlo por línea porque la idea era enviar todos los 13 parámetros línea por línea. Esta trama contiene un parámetro de delay, que representaba el tiempo de separación que tomarán los motores en ejecutar cada movimiento, se setean las coordenadas del robot en milisegundos y luego a través de serialPort le hacemos un write al buffer que guarda una matriz de valores, es importante recordar que la comunicación del servidor con la placa openCm se realizó mediante conexión Usb como ya se mencionó en apartados anteriores.

Del lado de openCm se modificó unas líneas de código que recibían los parámetros. En openCm teníamos objetos que hacían referencia a posiciones de arreglos, desde nodejs recibíamos valores, estos valores fueron asignados a identificadores que eran reconocidos en openCm. Con esta adición de objetos en ambos entornos se logró hacer los movimientos tal y como se deseaba, dando la posibilidad de que con la lectura de un archivo se puedan ejecutar los movimientos de los servos correspondientes a la cabeza, las alas y el pico.

Esta nueva implementación es eficiente, ahorra código y deja la posibilidad abierta de facilitar implementaciones futuras.

Los movimientos los vamos a nombrar coreografías por el hecho de ser la unión de 3 tipos de interacciones, movimiento de servos, audio y video.

Para el análisis de los movimientos es importante revisar las coreografías. Estas coreografías se ejecutan de la siguiente manera:

En el servidor hay una función que se llama en el método que permite conectar la app con el servidor, esta función, contiene a su vez una función de audio y otra función relacionada a una coreografía, esta coreografía se da mediante la lectura del archivo mencionado anteriormente. En esta función los movimientos se pre programan y se separan por delays de tiempo, mediante una función setTimeout. Tomemos en cuenta que la lectura de este archivo nos ayuda a dar independencia de movimientos.

Para la coreografía 2 se siguieron los mismos pasos, los cambios fueron en el archivo de coordenadas, solo se cambiaron las coordenadas para variar en los movimientos a nuestro gusto.

Esta es la manera en cómo se programó la matriz de coordenadas:

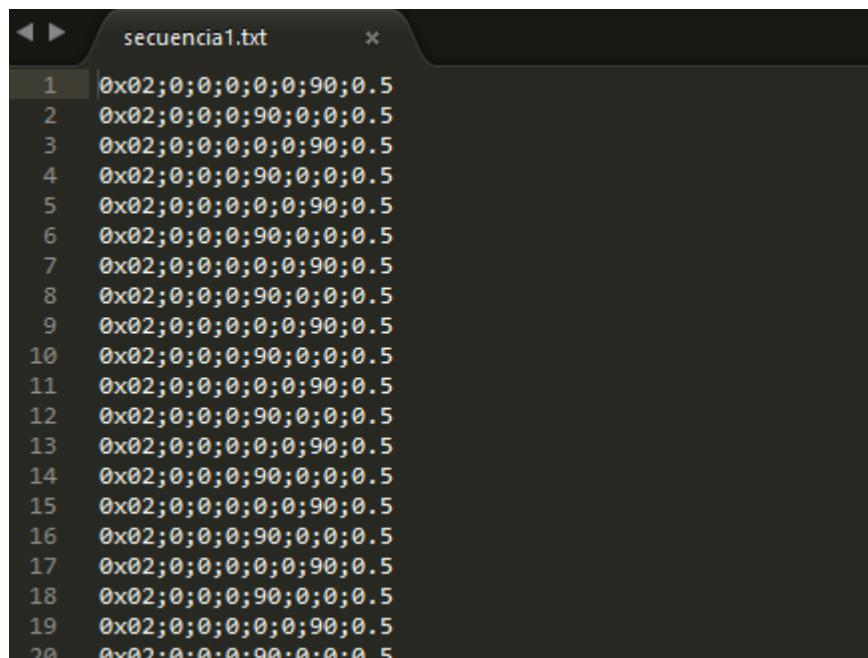
0x020;0;0;0;0;90;50;70;30;50;0;50;90.5

Donde la primera columna representaba un identificador iDop que se iguala a una variable POSI declarada en el servidor que representan operaciones entendidas por Arduino y por OpenCm.

Las demás columnas representan las coordenadas de los movimientos de los brazos, de las alas y de la cabeza. Estas coordenadas pueden variar entre valores de 0-100, los servos tienen grados de libertad y tienen ciertos ángulos de alcance a los que se pueden mover, por eso la restricción de que cada parámetro contenga valores de 0-100, mientras más cercanos a 100 son más en dirección vertical, mientras que más cercanos a 0, se tornan más horizontales los movimientos, entonces se pueden variar bastante estos valores.

La última columna es muy importante ya que representa el delay de tiempo. Este delay de tiempo se setea de cero a cualquier valor, se pueden usar decimales y representan el lapso de tiempo que se espera por cada movimiento.

El archivo tiene un aspecto como el de la figura de abajo, a nuestro parecer es muy sencillo de manejar ya que se pueden jugar con los valores y armar coreografías a nuestro gusto.



```
secuencia1.txt
1 0x02;0;0;0;0;90;0.5
2 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
3 0x02;0;0;0;0;90;0.5
4 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
5 0x02;0;0;0;0;90;0.5
6 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
7 0x02;0;0;0;0;90;0.5
8 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
9 0x02;0;0;0;0;90;0.5
10 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
11 0x02;0;0;0;0;90;0.5
12 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
13 0x02;0;0;0;0;90;0.5
14 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
15 0x02;0;0;0;0;90;0.5
16 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
17 0x02;0;0;0;0;90;0.5
18 0x02;0;0;0;90;0;0;0.5
19 0x02;0;0;0;0;90;0.5
20 0x02;0;0;0;0;90;0;0;0.5
```

Figura 2.4 Matriz de coordenadas del archivo secuencia1 – Robot

2.2.15 Desarrollo de animaciones proyectadas en display

Para esta sección usamos la librería 'open-browser' que se instaló anteriormente. La idea es que al correr el servidor se ejecute esta función que dispara un browser, esta url contiene una página html, aquí es donde se ubicaron las animaciones de los ojos. La librería nos permite lanzar un navegador cuando corremos el servidor.

Lo único que recibe esta función propia del servidor es una Url válida. Un inconveniente que se presentó fue que era necesario cambiar la url correspondiente a la conexión de red que teníamos en el momento. Se estableció que para estos links, la ip cambiaba, depende de la ubicación física del robot, esto se haría de forma manual, se trabajó para lograr hacer que siempre agarre la ip pública.

El objetivo era lanzar dos navegadores, cada navegador contenía un archivo html, por su parte cada html contenía una imagen adjuntada diferente, el primer html que se lanzó, se lo hizo al iniciar el movimiento y corresponde a las animaciones de los ojos, esto es lo que se va a mostrar en el display del robot.

El otro archivo html que se lanza es al final los movimientos y que es un html con un background negro, con la idea de simular la finalización de los movimientos, la pantalla del robot se apaga.

Era preferible hacer esto al cerrar el navegador porque nosotros no conocemos cual podría ser el fondo del escritorio de donde se ejecute el proyecto, así que el cierre del navegador, realmente es el lanzamiento de otra página html con fondo negro. Constamos de una carpeta con nombre OjosWeb donde guardamos estas páginas html adaptadas a cada sección de dialogo que se presentan en la aplicación anibopi 2.0.

2.2.16 Desarrollo del audio del robot

Parte esencial del proyecto es contar con el audio de los diálogos que se encuentran en la aplicación, con estos audios también se arman las coreografías. Para esto se usó la función play-sound que llama a un método player, este método usa una función play que recibe una ruta. La ruta especificada es de una carpeta de audios que

contiene todos los audios de diálogo que se necesitaron.

Hay que tomar en cuenta que puede haber inconvenientes de ruido, esto es por el formato de codificación está dañado o está siendo mal usado, por lo que se instaló una dependencia de audio llamada media player, la cual nos permitió que el formato de codificación sea válido y el sonido se reproduzca tal y como se quería.

Posteriormente se logró una forma más eficiente porque el problema de reproducir audio desde el servidor fue que la librería no tenía una función de stop, tenía funciones de matar procesos, pero no para detener sonido, por lo cual se reprodujo audio y video desde el archivo html, mediante una etiqueta llamada iframe, no se uso loops para que no se repita el sonido indefinidamente.

2.3 Detalles de implementación

El server.js es el archivo que representa al servidor del robot, se crearon dos servidores en este que obedecían a diferentes puertos. La aplicación móvil escucha al puerto 3001 y es público, mientras que el puerto 8000 obedece al operador, se requería dejarlo intacto y solo agregarle el desarrollo relacionado a web y record RTC, las demás funciones propias de la versión del operador se mantuvieron. El puerto 8000 contiene llaves privadas y es un protocolo https.

También se crearon dos variables de tipo socket (io, io2), se requirió la librería de sockets para cada una. Se las separó cada variable para crear funciones que utilicen sockets. La función que corresponde a la variable io2 implementa sockets y recibe un identificador 'joinA', este identificador es el mismo que se usa en la app móvil, es importante que estos identificadores coincidan en nombre.

En esta sección de código se invoca a la función que contiene a la coreografía del robot, es decir movimientos, audio e imagen de manera que se relata una historia completa por parte del robot (Loly).

CAPÍTULO 3

3. ANALISIS DEL SISTEMA EJECUTADO

A continuación, se detallará los resultados que se obtuvieron de las diferentes soluciones planteadas, este proceso se ha realizado en base a las pruebas realizadas en las diferentes implementaciones que fueron incluidas en la consecución del proyecto.

3.1 Análisis de streaming vía WEBRTC

La comunicación en tiempo real es esencial para el proyecto, debido a que se hace necesario una alternativa de visualización de la interacción del robot versus el niño, WebRTC es una solución que propone estándares de comunicación en tiempo real cuyo mecanismo se basa en la comunicación peer to peer utilizando un servidor de conferencias Web en conjunto con un servidor STUM que permite sincronizar las conexiones entre los diferentes nodos que se incluyen en la comunicación.

En la siguiente tabla, se detallan los valores de la prueba realizadas del streaming en los laboratorios del Cidis, la transmisión tiene como objetivo la verificación de los componentes físicos y comprobación de los módulos que son utilizados para establecer la comunicación.

Tabla 3.1 Transmisión en tiempo real del Audio y video.

Items	Progreso	Resultado
Reconocimiento de cámara web	Origen de desarrollo en local, reconocimiento de alguna cámara desde la web	Se logró la recepción de dispositivos de audio/video, en este caso de la cámara de la laptop
Transmisión	Desarrollo en local de transmisión RTC	Se logró hacer transmisión web Rtc en local, pero la interfaz aún estaba rustica y se necesitaban enviar identificadores de un navegador a otro para hacer pruebas
Grabación local WebRtc	Desarrollo en local de record Rtc	Empiezan las pruebas para grabación de video en tiempo real, se intentó ajustar el código del streaming con este código, no se logró acoplar bien debido a una función mal usada
Grabación WebRtc	Finalización de record Rtc en local	Se corrigió el uso de la función chunks para dividir el video en segmentos, se agregó la funcionalidad de los botones. Se logró acoplar con lo desarrollado en web rtc y se logró hacer la grabación
Implementación en servidor del robot	Inclusión de código local	En el servidor no funcionaban algunas cosas debido a que la manera de implementar las funciones era distinta y obedecía a comunicación con varios rooms

Implementación final en servidor del robot	Inclusión de código local	Se arreglaron los errores para que funcionen con varios romos, se pudo hacer la inclusión y funcionó correctamente en el mashi
--	---------------------------	--

En el desarrollo inicial se importó la librería simple-peer, se hacía la llamada a este método peer.signal(datos) siempre que el interlocutor remoto emitía un evento peer.on('señal'). Estos mensajes ayudan a los compañeros a establecer una conexión directa entre sí. El problema surgía en la conexión remota, ya que había que comunicar ambos browsers por medio del paso de identificadores, es decir el ID1(navegador1) tenía que replicarse en el ID2 (navegador 2), esto representaba un trabajo tedioso.

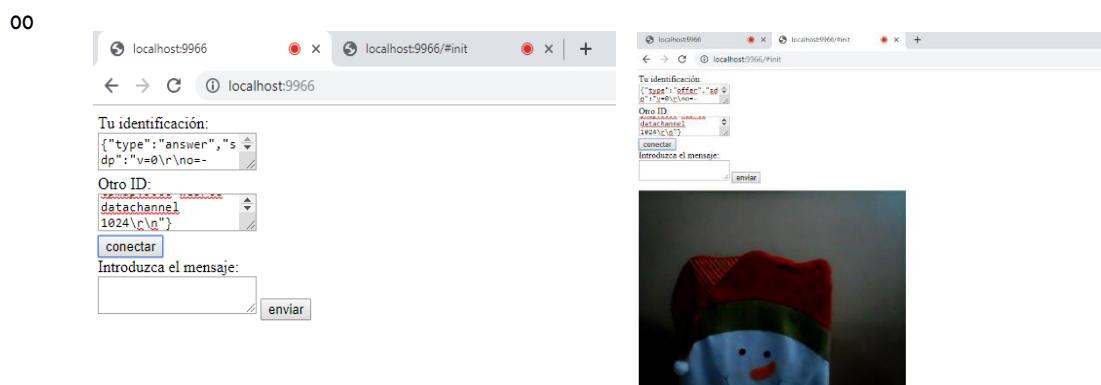


Figura 3.1 Implementaciones iniciales webRTC y recordRtc

Es necesario analizar y hacer una comparativa entre estas primeras implementaciones y la final. En la final logramos eliminar esta traba, no había necesidad de comunicar browsers porque la transmisión de video se hacía en un solo browser al igual que la grabación, la implementación fue descrita arriba. Se mejoraron detalles en cuanto a la interfaz y presentación y se acomodaron los elementos para que no se pierda la estética del sitio web.

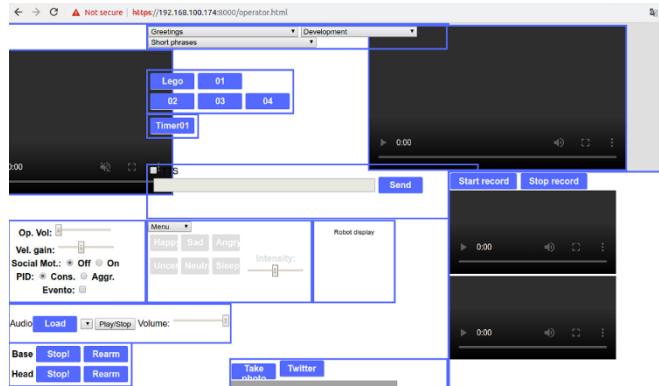


Figura 3.2 Implementaciones iniciales webRTC y recordRtc en Operador

3.2 Análisis de comunicación de app móvil con Robot.

La comunicación de la aplicación móvil se encuentra desarrollada en Java para sistemas Android, esta aplicación se comunica vía socket directamente hacia el servidor NodeJs que estará recibiendo la información para proceder a través de comunicación serial el movimiento, audio y gesticulación del robot.

A continuación, mediremos los tiempos de respuestas desde que se emite una señal desde la aplicación móvil al ejecutar un evento de presionar un botón a través del protocolo HTTP a través de la herramienta X-Response-Time y la respuesta del servidor realizando la recepción del mismo y también la ejecución de los movimientos, audio y gesticulación del robot desde el servidor.

Tabla 3.2 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion

Evento	Respuesta Http VS Servidor NodeJS (seg)	Respuesta del robot VS el servidor (seg)	Total (seg)
Guion 1	0.95	0.36	1.31
Guion 2	0.92	0.37	1.32
Guion 2	0.80	0.50	1.30
Guion 2	0.90	0.45	1.35

3.3 Análisis de respuesta del servidor con los diferentes dispositivos del robot.

El servidor implementado con tecnología Node.js, se comunica directamente con los diferentes componentes del robot y eso incluye los servos que se utilizan para el

movimiento, el display utilizado para la gesticulación y los parlantes que reproducirán el audio.

A continuación, detallaremos la respuesta de los servos utilizados en los 4 guiones desarrollados que son ejecutados dependiendo de las diferentes interacciones o eventos de acuerdo al desarrollo de la historia.

Tabla 3.3 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 1

Servos	Cabeza	Ala_i	Ala_d	Pico	time	% Ejecución
Pich	X				0.2s	33
Yaw	X				0.3s	36
Roll	X				0.3s	42
Ala_i		X			0.3s	40
Ala_d					--	0
Pico				X	0.3s	72

Tabla 3.4 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 2

Servos	Cabeza	Ala_i	Ala_d	Pico	Time	% Ejecución
Pich	X				0.2s	33
Yaw	X				0.3s	35
Roll	X				0.3s	35
Ala_i		X			0.3s	15
Ala_d			X		0.3s	15
Pico				X	0.3s	55

Tabla 3.5 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 3

Servos	Cabeza	Ala_i	Ala_d	Pico	Time	% Ejecución
Pich	X				0.2s	33
Yaw	X				0.3s	33
Roll	X				0.3s	33
Ala_i					--	0
Ala_d			X		0.3s	25
Pico				X	0.3s	44

Tabla 3.6 Ejecución y respuesta de tiempos de los diferentes servos. Guion 4

Servos	Cabeza	Ala_i	Ala_d	Pico	Time	% Ejecución
Pich	X				0.2s	55
Yaw	X				0.3s	55
Roll	X				0.3s	55
Ala_i		X			0.3s	28
Ala_d					--	0
Pico				X	0.3s	39

3.4 Análisis de sesión de niños con la aplicación móvil y el robot.

Para afinar detalles de mejora del proyecto con el objetivo de que se tenga mejor receptividad e impacto posible en los pacientes se realizaron dos sesiones en la interacción de la aplicación móvil con el robot (Loly).

La primera sesión se estableció con un niño de 4 años que no presenta autismo, dentro de la interacción se verificó que el paciente de prueba dominó la aplicación de manera eficiente, atendiendo a cada una de las instrucciones dadas por la misma aplicación y realizando cada uno de los juegos lúdicos, entre estos las enseñanzas de las plantas, animales, rocas y las montañas, mostrando gran destreza en la ejecución y comprensión del juego. Haciendo referencia a la interacción física con los elementos establecidos el niño mostró más afinidad a la Tablet (donde se encuentra la aplicación) que a al robot (Loly) lo que fue confirmado al realizarle al finalizar la sesión que le había gustado más y expreso que la “tablet con el juego”.

Otro factor a considerar es que al finalizar la sesión se le consultó al niño que era lo que había aprendido y explico que se trataba de los seres vivos y seres no vivos lo cual cumple con uno de los objetivos que es el factor lúdico educativo presente en el juego.

La segunda sesión se realizó con una niña de 9 años con autismo (de alto rendimiento), en la interacción se verificó que dominó la aplicación de manera

eficiente, atendiendo las instrucciones del juego e interactuó con cada uno de los juegos lúdicos educativos como las plantas, animales, rocas y las montañas mostrando gran dominio en los temas expuestos debido al conocimiento general que la niña ya contaba en comprensión de cada uno de los temas. Haciendo referencia a la interacción física la niña mostró el mismo grado de afinidad tanto para la aplicación móvil (Tablet) como para el robot (Loly) lo cual nos permite rescatar de que para los niños que presentan grados de autismo ofrecen un mayor grado de atención a las interacciones físicas presentes en el ambiente (movimiento, gesticulación, audio) en este caso en el robot y la tablet.

Dentro de esta prueba otro detalle es que al terminar la sesión la niña sugirió que deseaba aprender más sobre otros temas como Lenguaje, Sociales y Matemáticas expresándose de manera amigable cuando se le consultó que si le gustaría interactuar con el robot (Loly) nuevamente a lo cual afirmó que “si debido a que el robot le enseña a aprender muchas cosas”. Debido a lo expresado anteriormente nos da la pauta para que el proyecto se encamine a futuro dentro de un abanico de posibilidades tanto a nivel educacional social como a nivel tecnológico que ayude a pulir detalles para optimizar el proyecto y ejecutarlo de manera masiva.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En este trabajo realizado como propuesta alternativa a una problemática de conocimiento por expertos, y expuesta por los mismos, en el cual se ha obtenido diversos conceptos y definiciones que ha contribuido de forma positiva al proyecto. Este ha tomado como punto de partida todo contenido que se ha creído como relevante en función al espectro TEA en niños, siendo la base para la elección de las herramientas del desarrollo.

De esta forma, el soporte principal de este proyecto y diseño son los puntos referenciales que nos permitió estribar la estructura de la programación y las herramientas a utilizar de una forma aplicativa. Así pues, se conformó una sección del trabajo, el cual nos ayudó al orden a la jerarquización de las prioridades a lo largo del proceso de desarrollo.

El segmento de la comunicación es la otra parte que se efectuó, partiendo desde la concepción básica de las necesidades y objetivos función del host y del robot,

Las conclusiones se derivan del trabajo de prueba en cómo se mencionó anteriormente el proyecto se encuentra modularizado en dos secciones que es la de Operador – Robot y Aplicación móvil – Robot lo que permite que lo desarrollado en el proyecto pueda ser utilizado como base o ejemplo para un sin número de aplicaciones o desarrollo adicional para añadir nuevas funcionalidades y optimizar el proyecto.

La información que se recolectará a través de los registros de las sesiones (audio y video) en la interacción del paciente con el robot será de utilidad para ser implementado como herramienta para los profesionales que permitirá evaluar y proceder con el tratamiento adecuado. A la vez sirve para la capacitación de nuevos profesionales que deseen especializarse en este tema de pacientes con autismo.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda que la aplicación móvil sea evaluada y mejorada según lo que se requiera lograr en un paciente, es decir, aunque ahora se encuentra una aplicación estándar del juego no necesariamente cumple con el tratamiento o identificación de las diferentes áreas conductuales que se manejan dentro del autismo.

De la misma manera, se recomienda que dentro de la interacción del robot (Loly) se implemente a través del aprendizaje de inteligencia artificial, para que el robot identifique a través de la detección del rostro alguna característica especial como irritabilidad o poca atención del paciente para con esto interpretarlo y realizar quizás una maniobra o algún tipo de interacción especial para evitar estos síntomas que pueden ocurrir durante una sesión con el niño.

Actualmente para la transmisión de audio y video en tiempo real de las sesiones se tiene una página web standard que posee opciones de operaciones técnicas de manejo, es recomendable la creación de una página web específica con un diseño amigable para el especialista que trata al paciente (psicólogo) posea solo las opciones necesarias para que realicen las operaciones que se encuentren dentro de sus actividades a realizar, haciendo con esto que el manejo de las sesiones sean operadas de forma más sencillas para el especialista.

Aunque la implementación solución se encuentra orientada para fines comunitarios puede ser una gran oportunidad para crear formas de generar sustentabilidad económica en el proyecto permitiendo con esto realizar mejoras del mismo y poder cubrir diferentes áreas de tratamiento.

4.3 Limitaciones

En el desarrollo y en las posteriores pruebas nos encontramos con algunas limitantes que consideramos es importante aclarar para tener en consideración. Es necesario hacer las conexiones Usb correctamente, si no conocemos el orden correcto de ubicación de la placa openCM y de la placa Arduino, podemos desconfigurar los puertos y tocará hacer nuevas asignaciones.

Como todo trabajo multidisciplinario se necesitan la colaboración de todas las partes, era muy necesario para avanzar la supervisión en cuanto a diseño de parte de la persona de esta área, o para la parte de la exactitud de las coreografías del archivo que nos pasen los encargados de automatización.

Para realizar pruebas otra limitación con la que nos encontramos era que necesitábamos obligatoriamente de la mayor cantidad de los módulos conectados, ya que, si algo no estaba conectado o no correctamente, no iban a surgir efectos los cambios realizados y el robot no hubiera podido realizar movimientos. Esto también significaba que a lo largo del proyecto el trabajo tuvo que ser en situ, es decir difícilmente se podía trabajar desde casa o de forma remota.

Para conectar la app móvil con el robot necesitábamos saber la ip de la conexión de red, este valor puede cambiar dependiendo de la ubicación física del robot y de la red en la que nos encontramos.

4.4 Trabajos futuros

Consideramos que este proyecto con apoyo tiene gran proyección futura. Si hay apoyo de órganos gubernamentales o algún tipo de inversión privada interesada en el desarrollo de la educación con niños autistas, o desarrollo de la educación especial

en general, puede escalar a futuras implementaciones.

Esperamos con nuestro proyecto no solo ayudar en el trato de problemas de niños con autismo, sino también con síndrome de asperger, rett, niños con problemas de déficit de atención, dificultades de aprendizaje, etc.

Personalizar los robots, esto quiere decir hacer impresiones 3D con el fin de armar diferentes personajes robóticos, a gusto del niño, por ejemplo, si a un niño le llama la atención un personaje de dibujos, comic, de película, se lo adapta. El objetivo es que el robot capte la atención del niño y este mismo le cuente la historia, o le de una clase, analizar este comportamiento a través del monitoreo por parte de un operador, para futuros estudios.

Que la creación de historias, coreografías no solo estén al alcance del programador. Dar la opción a los que trabajan directamente con los niños, en este caso maestros, psicólogos, psicoterapeutas a que puedan crear las propias historias en tiempo real. Mediante el uso de un acelerómetro o algún sensor de movimiento tomar valores de coordenadas de movimientos, escribirla en el instante en el archivo que usamos actualmente para transmitirlo en el robot y guardarlo, tener la opción de subir audio y animación. Con esto se busca que cualquier persona ajena a la computación tenga la opción de crear y personalizar historias que resulten interesantes a los niños.

Inclusión de machine learning, esto quiere decir que el robot aprenda de experiencias, con una base de conocimiento que posea ir guardando información acerca de los gustos de los niños y que en base a esto cuente historias que sean más apropiadas a los gustos de cada niño, esta propuesta ya sería objeto de estudios a largo plazo, pero se pueden sacar cosas muy buenas de esta idea.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ¿Qué es el Trastorno en el Espectro del Autismo (TEA)? [online]. España: Madrid. Disponible en: <http://www.autismo.org.es/autismo-espana/quienes-somos>
- [2] J. Vallverdú. ¿Por qué motivos crearemos máquinas emocionales? Astrolabio. Revista internacional de filosofía, Año 2007. Núm. 5. ISSN 1699-7549.
- [3] Autismo Madrid (2013, diciembre). Robots para el tratamiento del autismo [online]. España: MIT Technology Review. Disponible en: <https://autismomadrid.es/educacion-2/robots-para-el-tratamiento-del-autismo/>
- [4] American Psychiatric Association DSM-IV. Pervasive developmental disorders. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 4 ed. Washington DC: APA; 1994.
- [5] A. Rivière. El tratamiento del autismo como trastorno del desarrollo: principios generales. In Rivière A, Martos J, eds. El tratamiento del autismo. Nuevas perspectivas. Madrid: APNA-IMSERSO; 1977. p. 23-59.
- [6] J. McEachin, T. Smith, and O. Lovaas. Long-term outcome for children with autism who received early intensive behavioral treatment. Am J Ment Retard 1993; 97: 359-91.
- [7] M. Millá y F. Mulas (2009). Atención temprana y programas de intervención específica en el trastorno del espectro autista. Rev neurol, 48 (Supl 2), S47-52.
- [8] T. Fong, I. Nourbakhsh y K. Dautenhahn. A survey of socially interactive robots, In Robotics and Autonomous Systems, Volume 42, Issues 3–4, 2003, p. 143-166, ISSN 0921-8890
- [9] M. Davis, B. Robins, K. Dautenhahn, C.L. Nehaniv, and S. Powell, A comparison of interactive and robotic systems in therapy and education for children with autism, ¿Proceedings Assistive Technology from Virtuality to Reality?, 8th European Conference for the Advancement of Assistive Technology in Europe (AAATE-05), Lille, France, 6-9 September 2005, pp. 353-357. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press.
- [10] B. Duffy, C. Rooney, G. O'Hare and R. O'Donoghue (1999, September). What is a Social Robot? In 10th Irish Conference on Artificial Intelligence & Cognitive Science, University College Cork, Ireland.
- [11] I. Díaz-Portales (2017, octubre). Desarrollo de actividades basadas en robótica social para pacientes con TEA. España: Universidad Carlos III de Madrid.

- [12] M. Díaz, A. Andrés, J. Casacuberta y C. Angulo (2011). Robots sociales en la escuela: explorando la conducta interactiva con niñ@s en edad escolar. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- [13] K. Dautenhahn (2000), Design issues on interactive environments for children with autism. in In: Procs of ICDVRAT 2000, the 3rd Int Conf on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies. University of Reading, pp. 153-161.
- [14] Kaspar, the social robot [online]. United Kingdom: University of Hertfordshire. Available in: <http://www.herts.ac.uk/kaspar/meet-kaspar>
- [15] H. Kozima, C. Nakagawa and H. Yano. Can a robot empathize with people? Artificial Life and Robotics, Springer Japan, Volume 8, Number 1, 2004, pp. 83–88.
- [16] Unveiling of NAO Evolution: a stronger robot and a more comprehensive operating system. Aldebaran Robotics. 2014.
- [17] LEKA: Help exceptional children live exceptional lives. Francia. Available in: <https://leka.io>
- [18] Robots que ayudan a niños autistas a mejorar su integración social [online]. España: Madrid. Disponible en: <https://www.europapress.es/portaltic/portalgeek/noticia-robots-ayudan-ninos-autistas-mejorar-integracion-social-20150708140412.html>
- [19] Alejandro Pérez García. (2010). Gestión de proyectos ágiles con Pivotal Tracker. 2018, de Adictos al trabajo Sitio web: <https://www.adictosaltrabajo.com/2010/07/08/pivotal-tracker/>
- [20] Unity. (2013). Empezando con el Desarrollo en Android. 2019, de Unity Sitio web: <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/android-GettingStarted.html>
- [21] Unity. (2014). Juegos para dispositivos móviles. 2019, de Unity Sitio web: <https://unity.com/es/solutions/mobile>
- [22] Unity. (2018). Anibopi Github. 2019, de Anibopi Sitio web: <playstoreAndroid.com>