



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Electrónica y Automática

INTEGRACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN ROBOT SOCIAL ASISTENCIAL

Autor:

Capellán Sastre, Enrique

Tutor:

**Zalama Casanova, Eduardo
Ingeniería de Sistemas y Automática**

Valladolid, Junio 2017.



Universidad de Valladolid





Universidad de Valladolid





Agradecimientos

A mi familia por su apoyo incondicional durante estos años, a mi tutor Eduardo Zalama Casanova sin cuyo impulso no habría posible la realización de este apasionante proyecto, a mis compañeros de la Fundación Cartif, Samuel Marcos y Roberto Pinillos y al resto de la División de Robótica y Visión Artificial, por su ayuda inestimable y por aceptarme como uno más durante el periodo que estuve allí.



Universidad de Valladolid





Resumen:

Un robot de interacción social, es un robot con capacidad de para desarrollar comportamientos sociales eficaces interactuando con personas en diferentes entornos. Los campos más típicos donde se puede desarrollar el robot social son el ocio, la educación o fines de bienestar social. Este proyecto irá enfocado en este último, desarrollando un robot social asistencial para personas de avanzada edad, prestando labores de terapia y entretenimiento. El trabajo comenzará con la investigación de robots sociales de la misma índole, destacando sus ventajas e inconvenientes, proseguirá con el diseño de una interfaz para realizar la interacción, estando dentro de la normativa actual, y adaptándose al tipo de usuarios que va a tener. Seguido se realizarán unas pruebas para evaluar la capacidad de interacción del robot y por último se incluirá un diálogo básico y automático.

Palabras clave:

Interacción, humano-robot, robot social, interfaz para personas de avanzada edad, chatbot.





ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	11
1.1.- Introducción	13
1.2.- Marco del Proyecto	14
1.3.- Objetivos	16
1.4.- Descripción de la memoria	17
CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA TECNOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	19
2.1.- Evaluación de pruebas de Mago de Oz.....	21
2.2.-Evaluación de Robots Sociales anteriores	24
2.2.1.- Teresa.....	24
2.2.2.- Valerie.....	26
2.2.3.- Nabaztag	29
2.2.4.- Paro	31
2.2.5.- Pearl	33
CAPÍTULO 3. DISEÑO DE INTERFAZ	37
3.1.- Normas a tener en cuenta en el desarrollo de la interfaz	39
3.2.- Especificaciones del diseño para personas mayores.....	42
3.3.- Realización de interfaz. 5 pasos y utilización de cada uno.....	54
CAPÍTULO 4. DISEÑO DE DIÁLOGO. MÉTODO DEL MAGO DE OZ..	63
4.1.- Forma de proceder y contenido de la prueba.....	65
4.2.- Interfaz de Mago de Oz. Descripción y manejo.	67
4.3.- Resultados experimentales y conclusiones.....	76
CAPÍTULO 5. SISTEMA DE GESTIÓN DE DIÁLOGO	79
5.1.- Programas utilizados.....	81
5.2.- Forma de proceder y diálogo incorporado	89
CAPÍTULO 6. ESTUDIO ECÓNOMICO	93
6.1.- Introducción	95
6.2.- Recursos empleados.....	95
6.3.- Costes Directos	95
6.3.1.- Costes del personal	96
6.3.2.- Costes de amortización de programas y equipo.....	97
6.3.3.- Costes directos totales.....	99
6.4.- Costes Indirectos.....	99



6.5.- Costes Totales	100
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES DEL PROYECTO Y FUTURAS MEJORAS	101
7.1.- Conclusiones	103
7.2.- Futuras mejoras	104
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	107
ANEXO I. FICHAS USUARIO Y CUESTIONARIOS.....	113
I.1.- Ficha Usuario.....	115
I.2. - Cuestionarios	119
ANEXO II. PROGRAMACIÓN AIML.....	123
II.1. – Adaptabilidad de la interfaz.....	126
II.1.1. – Ajuste de volumen.....	128
II.1.2. – Ajuste de tamaño de texto	130
II.1.3. – Ajuste de brillo	132
II.1.4. – Ajuste de tipo de texto.....	135
II.2. – Diálogo	137
II.2.1. – Nombre	139
II.2.2. – Datos personales	142
II.2.3. – Aficiones.....	156
II.2.4. – Trabajo y Viajes.	165
II.2.5. – Preguntas Finales.....	170



Universidad de Valladolid







CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



Universidad de Valladolid





1. Introducción y objetivos

1.1.- Introducción

En los años recientes, los avances en mecatrónica, inteligencia artificial, aprendizaje de máquinas, visión artificial, señales de procesamiento y el avance de los ordenadores han hecho posible que los sistemas robóticos sean capaces de desarrollar trabajos no solo numéricos si no lógicos. Debido a estos avances, se le ha llamado a esta época de la robótica como la Tercera Generación y aún está surgiendo por la capacidad de los mismos.

Las aplicaciones de la tercera generación se están dando en entornos del mundo real, como podrían ser casos de la industria agrícola, industria automovilística, sector servicios, industrias aeronáutica y naviera, el sector de la medicina y muchos otros.

La tendencia futura con respecto a los robots, ha pasado de ser simples manipuladores industriales a asumir nuevas tareas. El cambio de robots tradicionales, que permanecen fijos, para realizar tareas de manipulación y fabricación, a los nuevos robots que pueden tener movilidad y realizan tareas variadas en diferentes entornos. Estos robots no industrializados se les dan el nombre de robots de servicios y se están convirtiendo en un sector cada vez más importante y que se van introduciendo más en nuestra vida diaria.

Los robots de servicio tendrán un importante papel en el futuro, proporcionando tareas prácticas o relevando al hombre de trabajos repetitivos, peligrosos o muy físicos.

Uno de los campos donde más se podría introducir la robótica de servicios puede ser en la asistencia social interactiva, y su introducción puede ser de gran utilidad en este ámbito desarrollando una tarea muy práctica.

Un robot de interacción social, es un robot con capacidad de para desarrollar comportamientos sociales eficaces interactuando con personas.

Dentro de las aplicaciones que se podría utilizar el robot social, los campos más representativos podrían ser los siguientes: el ocio, la educación, fines de bienestar social y personal. Por ejemplo, puede ser un repartidor de correo dentro de una oficina, entregando a cada empleado el suyo propio, o repartir comida en hospitales y/o cárceles, recepcionista en un hotel, museo o



estaciones de transporte, asistente, cuidado de personas enfermas o mayores...

Obviamente, pueden surgir ciertos problemas que pueden estar relacionados con la representación del conocimiento del robot, los sistemas perceptivos del robot, la calidad del reconocimiento de voz o la gestión de un diálogo poco eficiente.

Otros problemas que pueden surgir es que a partir de una idea inicial para el desarrollo del diseño, no se ajuste a la normativa pertinente, y dando a un cambio importante en la estructura del robot.

Las soluciones para este tipo de problemas pueden ser la restricción del contexto de la aplicación, limitando el grado de conocimiento del robot en los temas que realmente sean de utilidad, y utilizar un diálogo que se ajuste al procedimiento deseado. También se utilizará un sistema multimodal de interacción por voz y pantalla táctil, en caso de que el reconocimiento de la voz del robot no sea lo suficientemente concisa.

Respecto a la normativa, se deberá ajustar previamente a las normas actuales, y que sea válido para su funcionamiento.

Las diferentes opciones que nos da este tipo de robot de interacción social y la falta de uno que tenga capacidad para englobar todo lo anteriormente citado, son las principales razones para poner en marcha este proyecto sobre la interacción de un robot social asistencial.

1.2.- Marco del Proyecto

A partir de lo mencionado anteriormente, el proyecto se basará en el robot Sacarino (ver Figura 1). Sacarino es un robot social asistencial e interactivo, que se está desarrollando en la Fundación Cartif con el objetivo de utilizarlo en un centro de personas mayores para realizar las tareas de ocio, terapia y acompañamiento.

Las razones llevadas a cabo para que Sacarino sea un robot asistencial para personas mayores, son tales como el envejecimiento progresivo de la población y el aumento del porcentaje de personas mayores de 65 años. También las necesidades que tendrán estas personas y el hecho de que la población activa tienda a no poder cubrirse.



Figura 1. Imagen de Sacarino

Esta versión de Sacarino será un avance más dentro de la investigación del departamento de Robótica y Visión Artificial de la Fundación Cartif, ya que las versiones anteriores eran utilizados como guía en museos o como botones en hoteles.

Sacarino es un robot móvil, ya que lleva incorporadas unas ruedas, lo que permite que el robot tenga desplazamiento. También trata de imitar la morfología del humano, como se observa en la Figura 1, concretamente en brazos y en la cabeza.

Funciona mediante unas baterías que tiene implantadas en la base del robot, que se recargan conectándolas a la red eléctrica. También dispone de una conexión wifi para la subida o descarga de datos.

Como se puede observar, está compuesto por una pantalla táctil y micrófonos, para que el medio de interacción sea multimodal. La salida de comunicación por parte de Sacarino se hará tanto por la pantalla táctil, como por medio de audio gracias a unos altavoces que lleva incorporados.

Además de tiene implantado un programa de reconocimiento de rostro, mediante la incorporación de diferentes sensores en la parte de la cabeza entre los que se pueden destacar: ultrasonidos para detectar la distancia a la que se encuentra el usuario, un cámara con láser para extraer las características del rostro de los usuarios y la capacidad que su cabeza gire



en función de donde se encuentre el usuario con el que interactúa, luciendo los LED que lleva incorporados en ojos y boca, de forma que le da una capacidad de gesticular similar a la de los humanos.

1.3.- Objetivos

El objetivo general por parte del proyecto será el siguiente:

Se desarrollará un robot social con capacidad social e interacción con personas de avanzada edad, además de prestar labores de terapia, asistencial y de entretenimiento.

Dentro de los subobjetivos correspondientes a cada actividad que se desarrollará en el proyecto, se enunciará:

Se desarrollarán cuáles son sus problemas prácticos del diseño del robot, tanto la parte del física del mismo (desarrollo de la interfaz) como la parte del software, la aplicación de técnicas de diseño de experimentos para evaluar/analizar las capacidades de interacción del robot, búsqueda de sistemáticamente de la bibliografía relacionado con las actividades (búsqueda, selección, crítica y síntesis) y ajuste de la normativa vigente.

El diseño de la interfaz será basada en las habilidades y dificultades de una persona de avanzada edad, teniendo en cuenta, por ejemplo, el tamaño de las letras, la luminosidad de la pantalla o el volumen del sonido, que se ajusten mejor a las características de los usuarios a los que va dirigido. También se hará una evaluación de la forma de utilización de la interfaz con el objetivo de saber cuál puede ser la forma más común que la utilice estas personas. Para esta evaluación se procede a una recogida de datos de las características anteriormente citadas.

Evaluación del reconocimiento de voz por parte del robot asistencial al interlocutor, principales inconvenientes y futuras mejoras dados los resultados y juicio crítico sobre la utilización de utilizar únicamente entrada y salida de voz o incorporar texto a la salida, evaluando la mejora de la comprensión en ambos casos.

Desarrollo y evaluación de un diálogo inicial con el que los interlocutores podrán mantener una conversación básica. El objetivo principal será la extracción de información tanto personal (Nombre, edad, ciudad de residencia...), así como la información acerca de sus gustos e intereses



(opinión sobre lectura, deportes, cine, música...). El aprendizaje será basado en la introducción de información por parte del usuario, obteniendo así un mayor conocimiento del usuario por parte del robot.

Elaboración de un cuestionario posterior a los experimentos donde se indiquen por parte de los usuarios las principales virtudes e inconvenientes que puede tener el robot y extracción de futuras aplicaciones del mismo como podrían ser juegos de mejora cognitiva o mejora física.

1.4.- Descripción de la memoria

Para el desarrollo del proyecto, se indicará brevemente cual es la finalidad y que se desarrolla en cada capítulo, siendo una pequeña introducción al contenido de la memoria.

Lo primero que se verá será el análisis previo de trabajos o artículos que puedan estar relacionados con el proyecto, partiendo de unos más generales hasta llegar a los que sean más específicos respecto con el trabajo que se va a realizar. Se mostrarán distintos robots sociales, sus utilidades como podrían ser asistenciales o de ayuda para hacer ejercicio, ventajas e inconvenientes, los diferentes tipos de software y hardware que utilizan. Una vez explicados, se justificarán si resuelven o no los objetivos que se persiguen con este proyecto.

Una vez visto el resto de posibles robots sociales/asistenciales se preparará el desarrollo de Sacarino, comenzando por el diseño. Se iniciará con una pequeña toma de contacto con la parte de la estructura del robot, pero no en profundidad. Donde más se incidirá será en la parte del diseño de software, en concreto el diseño de la interfaz gráfica con la que el usuario podrá manejar el robot. Se observará que normas hemos seguido, el porqué del diseño de las diferentes pantallas que se nos muestran a lo largo de la actividad del mismo y que pasos se van a seguir para la utilización del usuario.

En el siguiente paso se procederá a la parte de la evaluación y experimentación de la prueba de mago de Oz. La prueba del mago de Oz consistirá en que un usuario tiene una interacción con un robot creyendo que éste es independiente, cuando está controlado total o parcialmente por otro ser humano. En esta parte se observará experimentos donde todo lo anteriormente hecho se pondrá a prueba y se obtendrán los resultados, para extraer una discusión acerca de ellos donde se podrán comprobar las diferencias y además mejorar algún tipo de fallo recurrente en la parte de



diseño. Para la prueba se desarrollarán una serie de preguntas programadas y se irá desarrollando la conversación en función de ellas o incluso introduciendo alguna extra en el mismo momento. También se explicará el funcionamiento de la interfaz del Mago de Oz, que estará controlada por una persona encargada del proyecto. En la experimentación se obtendrán detalles tales como: el lugar donde se pulsa en la interfaz, los tipos de texto que más se utilizan, el volumen de audio que se elige, los pasos donde se realizan mayor cantidad de fallos y a su vez donde o como se deben poner más ayudas, si el reconocimiento de voz es eficaz, si la salida de voz se entiende bien para el usuario, si la obtención de información es válida o interesante...

Con la experimentación anterior y los datos obtenidos, se dispondrá a la elaboración de un diálogo básico para que el robot sea capaz de manejar independientemente la información que el usuario le va introduciendo. A este tipo de diálogo independiente se le denomina chatbot. Se explicará a partir de que programas se puede elaborar, la forma de proceder, como se va a manejar esa información, la creación del diálogo y sus pasos, además del trabajo futuro de mejora del chatbot.

Finalmente, se procederá a elaborar un estudio económico para comprobar su viabilidad. En este estudio se contemplan todas las variables que podamos tener para la realización del proyecto; desde las horas empleadas por los trabajadores, pasando por el material utilizado para la creación de las partes del robot que se han mejorado, hasta los gastos indirectos como pueden ser la luz consumida.



CAPÍTULO 2.

ESTADO DE LA TECNOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS





2.- Estado de la tecnología y herramientas utilizadas.

El primer paso a dar dentro del trabajo de fin de grado será un análisis de los trabajos previos sobre el tema de la robótica social. Se comenzará explicando la técnica que se utiliza para desarrollar el dialogo del robot, por medio de análisis de trabajos previos y explicando la utilización la técnica más adecuada.

Después se analizarán trabajos específicos sobre robots sociales, comenzando por los que no estén muy relacionados y que sean de un ámbito más general, y finalizando por trabajos que se acercan más al proyecto propuesto y que tienen finalidades muy parecidas.

Se analizará también, las ventajas y limitaciones de estos trabajos y se justificará que no se resuelven los objetivos que vamos a llevar a cabo con el proyecto.

2.1.- Evaluación de pruebas de Mago de Oz

Una de las primeras cosas que se tendrá en cuenta sobre Sacarino, será la autonomía que pueda tener en cuanto a la interacción humano-robot. La idea principal es que el robot sea capaz de mantener una conversación con un humano o usuario, sin necesidad de manejo sobre él.

La primera idea que se viene a la cabeza es crear un algoritmo, capaz de efectuar preguntas al usuario y responderlas. Pero esta técnica, aunque inicialmente puede estar bien pensada a la hora de hacer la práctica es una tarea muy complicada.

En primer lugar se tiene la necesidad de contar con un programador o un grupo de programadores expertos para la realización del algoritmo debido a la gran complejidad que va a representar [1]. Una vez puestos a programar el algoritmo surgen varias preguntas como podrían ser, ¿qué tipo de preguntas se pueden realizar?, ¿cómo es posible saber si se reconoce la voz del usuario?, ¿cómo se puede relacionar la pregunta que haga el usuario, con la respuesta del robot?... Realmente la pregunta es: ¿cómo es posible conseguir la interacción humano-robot?

Para la implementación de preguntas y respuestas se debería crear un almacén de memoria importante con todo tipo de preguntas y respuestas y con un sistema de reconocimiento de voz y un sistema interno de if-then, para ir eligiendo la más conveniente en cada caso.



Una forma de reducir la memoria, puede ser haciendo entrevistas personales para las personas en las que va a ser utilizada. En este caso, se podrían hacer en residencias sobre los temas que más hablan las personas que están allí, quitando una cantidad importante de memoria. Aun así queda la duda si en realidad, están diciendo la verdad o por contra están diciendo temas que les vienen a la cabeza en el momento en que les hace la entrevista. En la siguiente cita de Martin, explica su sentimiento acerca de este tipo de entrevistas o encuestas sobre los sujetos humano: “Le pueden decir como ellos se comportan o lo que piensan, pero no la forma de como realmente se comportan o lo que realmente piensan” [2]. Por lo tanto lo que se obtendría sería una gran cantidad de preguntas y respuestas, pero no la fiabilidad de que fueran los temas correctos que para la interacción con las personas de la tercera edad. Todo esto podría llevar a que el robot no diera respuestas concluyentes o sean confusas dado que las preguntas no son las acertadas, lo que llevaría al desuso del robot social por parte de los usuarios.

Con este tipo de programación para la interacción entre el humano y el robot, se llega a la conclusión de que no es buena, ya que inicialmente se debe que tener una gran cantidad de preguntas y respuestas almacenadas, obtenidas de entrevistas y encuestas, de las cuales no tenemos la fiabilidad de que sean las adecuadas, haciendo que el funcionamiento no sea el adecuado.

Una forma de obtener respuestas concluyentes por parte de los usuarios que van a utilizar la interacción, sería que se vieran en la situación de interactuar con el robot, y observar cómo reaccionan.

Una técnica para ello es la del Mago de Oz, que consiste en que una persona (normalmente el experimentador, o alguien que conozca el proyecto) esté manejando el robot de forma remota, controlando el movimiento, la navegación, las respuestas dadas, los gestos... En resumen el Mago de Oz (Wizard of Oz) puede afectar a cualquier control, y al nivel que se deseé, desde que sea completamente tele-operado, que sea totalmente autónomo o que tenga una interacción mixta.

Se puede decir que con el mago de Oz, hay una primera idea o una primera toma de contacto, de cómo puede ser la interacción humano-robot, sin el riesgo de que las respuestas del robot no sean adecuadas ya que puede estar manejado por una persona. Además facilitaría una futura programación para hacerlo autónomo, sabiendo exactamente el comportamiento que van a tener los usuarios frente a él, sin necesidad de haber sacado la información



de entrevistas y encuestas previas o de la imaginación o suposiciones del programador. Además esta técnica es la más utilizada y recomendada por la mayor parte de artículos referidos al aprendizaje de un robot social interactivo.

Obviamente también hay contrapuntos en el Mago de Oz, como la preocupación ética sobre su uso y el engaño que puede provocar el hecho de creer que un usuario está hablando con un robot, cuando en realidad estás teniendo una interacción humano-humano, por medio de un robot. Hay artículos [3] que discuten la credibilidad de los participantes, y la posterior vergüenza, al descubrir que han sido engañados. También se discuten interrogantes éticos a los que se enfrenta el experimentador en cuanto a la forma de mitigar la necesidad de engañar a un participante para mantener la simulación realista contra el acto del engaño.

También sugieren problemas éticos cuando los participantes no saben con quién o qué están interactuando - un ser humano en particular, un ser humano haciéndose pasar por otro ser humano, o una máquina [4]. (Los científicos se refieren a ellas como "Turing Deceptions (Engaños de Turing)"). En el Reino Unido, la organismo de financiación EPSRC (The Engineering and Physical Sciences Research Council) ha redactado normas éticas para los robots, y ha llegado a afirmar que los usuarios deberían siempre de ser capaces de "ver detrás de la cortina", ya que la inteligencia robot es, actualmente, una ilusión (EPSRC, 2011).

Desde una perspectiva de ingeniería, sugieren que el confiar en WoZ (Mago de Oz) como una técnica experimental puede hacer que sea aún más difícil construir robots capaces de solventar con éxito los errores por su cuenta en el futuro. [5]

Con todo lo mencionado anteriormente, se puede decir que el Mago de Oz es una técnica útil para extraer resultados sobre la usabilidad del robot social o como toma de contacto sobre la utilización del mismo. También es un buen punto de partida para realizar la programación futura, para que el robot sea totalmente autónomo e implementar algún tipo de aplicación o juego, de la que se pudieran extraer los resultados sin necesidad de intervención humana.

En cambio no es bueno si va a ser una técnica que resulte definitiva, ya que se estaría engañando al usuario que lo utilizaría, además de no tener ninguna utilidad el robot ya que realmente sería una interacción humano-humano, por medio de un robot.

2.2.-Evaluación de Robots Sociales anteriores

2.2.1.- Teresa

TERESA (TElepresence REinforcement-learning Social Agent) es un robot social semiautomático de tele-presencia [6]. Está diseñado para que las personas mayores o personas con movilidad reducida, puedan asistir a eventos sociales sin la necesidad de estar físicamente en ellos.

El robot TERESA se manejará desde un ordenador, donde estará el usuario que maneja el robot (ver Figura 2). Al usuario se le podrá ver a través de una webcam, y su rostro aparecerá en la pantalla del robot (ver Figura 3). De la misma manera, el usuario que interactúa con el robot, se le podrá ver por medio de una webcam que tendrá el robot en la parte superior de la pantalla, y su imagen aparecerá en la pantalla del ordenador del usuario controlador del robot, como se puede observar en la Figura 2. Podemos decir que TERESA es un medio para la interacción humano-humano.



Figura 3. Usuario interactuando a través de TERESA

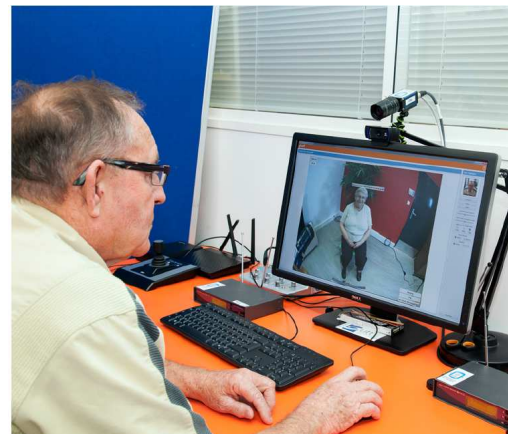


Figura 2. Usuario manejando a TERESA

Desde el ordenador, se podrá controlar remotamente el robot, las conversaciones y el movimiento. El reconocimiento de voz se llevará a cabo por medio de un micrófono instalado en el robot, y éste hará un reconocimiento de voz, enviándole la información al otro usuario. TERESA, también es capaz de hacer una reconocimiento facial de las expresiones del

usuario que interactúa con el robot, sabiendo en función de su rostro diferentes sentimientos que tiene.

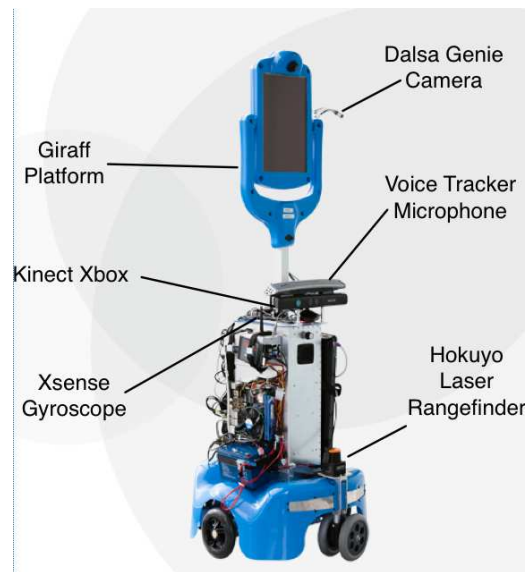


Figura 4. Interfaz de TERESA

El robot también es capaz de desplazarse por determinados entornos y reaccionar acorde a ellos, por ejemplo si todas las personas se desplazan desde un extremo de una habitación a otro, él también lo hará. Para poder desplazarse lleva integrado un sistema de navegación en el que traza posibles rutas, eligiendo las más óptima, teniendo en cuenta su movilidad y los posibles obstáculos de su entorno.

Otra característica que tiene para adaptarse al entorno es que es capaz de ponerse a la altura de su interlocutor, para poder mantener una conversación cara a cara, sin necesidad de que el interlocutor tenga que estar siempre pendiente de que la cámara esté situada en la posición en la que él este visible (ver Figura 3).

Respecto al audio, TERESA es capaz de reconocer con que usuario está interactuando y automáticamente ajustar la orientación hacia el mismo.

También es capaz de mantener una interacción en movimiento, por ejemplo con un usuario que se está moviendo o está andando, ajustándose a su velocidad y manteniendo una distancia de seguridad, para no invadir el espacio de este.

Las conclusiones a sacar de este robot de interacción respecto del que se va a desarrollar son de características técnicas, ya que este robot es un



medio para la interacción humano-humano, y no un robot para la interacción humano-robot autónomo, como va a ser el desarrollado.

Además para este tipo de robots se necesitaría una formación para su utilización, al menos para el usuario que va controlar a TERESA, por lo que no está orientado para personas que no tienen un uso habitual de la tecnología.

Aún que no se parezca al que se va a desarrollar, hay aspectos que si pueden ser útiles como por ejemplo la orientación del robot al usuario con el que se va a interactuar o también el reconocimiento de voz que utilizado.

2.2.2.- Valerie

Valerie es una robo-recepcionista que tiene como objetivo investigar como es la interacción humano-robot, especialmente cuando esta es a largo plazo [7].

Para el desarrollo de este proyecto se han tenido en cuenta varios experimentos hechos con otros robots de interacción humano-robot, entre los cuales podemos destacar tales como el robot Vikia, que estudia los movimientos de una cara y sus expresiones en un periodo de tiempo corto [8] o también se tiene en cuenta el robot Grace, que explica la capacidad de un robot de seguir los movimientos de una persona mientras habla (reconocimiento facial) y mantener una conversación de la forma más adecuada [9]. También se tuvieron en cuenta otros robots como los que hacen de guías en museos que también tienen las capacidades citadas anteriormente, como puede ser reconocimiento facial o reconocimiento de voz, pero tenía como fallo que los robots no estaban preparados para que su manejo fuese efectuado por personas sin muchos conocimientos de robótica [10]. Por último también menciona a The Nursebot, que tiene una finalidad parecida a la de Valerie, orientado a niños pequeños, pero con resultados no muy beneficiosos, debido a que a partir de una semana los niños dejaban de utilizar el robot [11].

Respecto a la utilización de Valerie, se maneja mediante una interfaz, que está compuesta por un monitor, un teclado y un lector de tarjetas (ver Figura 5). En el monitor aparecerá una cara, con la que se podrán interactuar, tanto por medio del teclado como por reconocimiento de voz. Esta cara además de imitar la forma humana, también imita sus expresiones (ver Figura 6). El lector de tarjetas, es usado para que cada usuario este identificado y pueda personalizar la información.

Su función principal será la de recepcionista, siendo capaz de realizar las tareas que se le asignan. De sus características se puede destacar que han sido desarrolladas, por la escuela de arte dramático, varias personalidades y diferentes historias de su vida, pudiendo elegir el usuario la que desee.



Figura 5. Interfaz de manejo de Valerie



Figura 6. Rostro utilizado en la interfaz de Valerie

También se le ha incluido un chatbot para que pueda mantener una conversación con los usuarios que la utilicen.

Respecto de los experimentos que se realizaron [7], fue utilizada durante aproximadamente 9 meses, con una media de 88 interacciones por día. Lo que se tiene en cuenta de este experimento es la cantidad de personas que interactúan con el robot, las veces que cada usuario interactúa con el robot, el tiempo que cada usuario le dedica a interactuar, el tipo de historia que utilizan para interactuar con el robot la forma más común de interactuar con el robot...

Sus resultados fueron que la mayor actividad se dio las primeras semanas, donde la mayoría de las conversaciones eran de más de 20 segundos, además escuchaban las historias acerca de su vida más comúnmente y era utilizada múltiples veces por la mayoría de las personas. A medida que pasaban las semanas se redujo tanto el tiempo de conversaciones como las veces que utilizaban el robot, habiendo periodos en los que no era utilizado por las vacaciones. También se pudo extraer que los que utilizaban el robot varias veces eran los que normalmente escuchaban las historias de Valerie.



Respecto con el reconocimiento de voz hubo problemas a la hora de realizar la comprensión y en varias ocasiones devolvía respuestas predeterminadas. Aun así solo el 28,1% de las entradas se hacía por teclado, siendo la mayoría entrada por reconocimiento de voz.

De todas las personas que interactuaron con el robot, el 74,9% hicieron al menos una entrada por teclado, pero el porcentaje baja al 57,3% de las personas que lo hicieron una segunda vez.

También se observó que muchas personas que no estaban familiarizadas con la tecnología tenían problemas para manejar el teclado, de ahí que prefirieran utilizar el reconocimiento de voz.

Algo más de la mitad de las personas que interactuaron con Valerie (52,9%) recibieron una respuesta predeterminada. En ciertas ocasiones el hecho de devolver una respuesta predeterminada podía estar causado por el hecho de que no lo reconociera bien el robot o por el hecho de que en una recepción hay mucho ruido ambiente y dificulta el reconocimiento.

Las conclusiones que podemos sacar de este robot social, pueden ser respecto al modo de utilización, ya que el robot que se desarrollará también tendrá un reconocimiento de voz y una utilización del chatbot, pero la entrada en vez de ser por teclado para seleccionar las opciones, será táctil, que facilitará las cosas para las personas que no estén acostumbradas a este tipo de tecnología. Tampoco tiene ninguna ayuda para la utilización, de forma que a las personas que les fuera de dificultad manejar la interfaz, pudieran tener esa ayuda para superar un paso en el que no sabrían avanzar.

El funcionamiento es diferente, debido a que el nuestro estará orientado a la interacción con personas mayores, y no tendrá un funcionamiento específico de recepcionista.

Finalmente acerca de la utilización a largo plazo no saca una conclusión que sirva de mucha ayuda, ya que muchas de las interacciones de este robot son con personas diferentes, en cambio Sacarino va a hacer la interacción con las mismas personas prácticamente todos los días, por lo que la implantación de diferentes historias no sería de mucha ayuda ya que en algún momento se repetirían con asiduidad, lo que llevaría a dejar de utilizar poco a poco el robot. Nuestro objetivo a largo plazo será la implantación de algún tipo de juego de mejora cognitiva, por lo que se podrá evitar la falta de utilización o el aburrimiento.

2.2.3.- Nabaztag

El Nabaztag es un robot social, que entra dentro de lo que podemos considerar robot de interacción animal, ya que tiene forma de conejo de unos 20 cm de altura (ver Figura 7).

El Nabaztag está orientado para la interacción con personas mayores y dentro de sus funciones principales están la de supervisar la condición física de los usuarios que interactúan con él, establecer una relación a largo plazo con el usuario, y que tipo de relación puede tener con él [12].

Una de las razones de que el robot sea de interacción animal, es su orientación a personas mayores, ya que hay estudios que respaldan que las personas mayores tienen mayor grado de aceptabilidad hacia los robots con forma de animales que hacia otros [13]. Además se ha demostrado que el uso de la interacción animal, mejora la interacción de personas en centros residenciales, con otras personas y con sus cuidadores.



Figura 7. Nabaztag.

El funcionamiento del Nabaztag se basa en una conexión a Internet, en la que se descarga un proceso específico de servicios para cada usuario, no siendo posible el aprendizaje por parte del robot.

Otra de las cosas importantes, es que no tiene una interfaz como podrían tener otros robots, y simplemente tiene un botón para el apagado y encendido.

Se recomienda que el Nabaztag se sitúe en el hall de entrada del domicilio, ya que dado que tiene una serie de sensores de proximidad, cada vez que el usuario pase cerca de él, comenzará la interacción. El tipo de interacción dependerá del momento del día que sea y si el usuario está volviendo a casa o se está marchando de ella.



En un estudio donde se observó el comportamiento de los usuarios teniendo al robot 10 días en sus casas [12], se extrajeron varias conclusiones respecto de su funcionamiento. Dado que uno de los objetivos que tiene este robot de interacción social, es mejorar la condición física de sus usuarios, el estudio nos indica que la condición no solo no ha mejorado, sino que no le han hecho caso al robot. Este cada vez que los usuarios salían de sus casas, les recordaba que tenían que hacer algún tipo de ejercicio físico, y cada vez que volvían les recordaba que debían pesarse, cosa que no solían hacer. De hecho, los participantes expresaron que era bastante molesto que cada vez que se acercaran a la puerta les recordara que tenían que hacer ejercicio o que se debían pesar, sin tan siquiera salir de sus propias casas.

Otra de las cosas a tener en cuenta es si los usuarios se divertían con el robot o les había resultado divertido interactuar con él. Aunque en una entrevista que les hicieron después de su utilización, algunos argumentaron que si les parecía divertido, en los videos donde se mostraba la interacción con Nabaztag, se muestra que en realidad no es cierto, ya que no expresaban ningún tipo de felicidad y más bien tenían indiferencia hacia el robot. Uno de los participantes comentó que repetía las frases con mucha asiduidad, lo que le resultaba aburrido y le hacía perder el interés en él.

Respecto a la utilidad [12], no le utilizaban más allá que para lo meramente lo necesario, y también opinaron que a largo plazo tampoco tenían un interés en entablar una relación o darle una usabilidad concreta que no hubiera sido la marcada por el experimento al que se sometieron.

Uno de los aspectos positivos que tiene el Nabaztag es el simple manejo, ya que, como se ha mencionado anteriormente, solo tiene un botón de encendido o apagado, y no es necesario pulsar en ningún lugar para comenzar la interacción, ya que lo hace automáticamente él mismo.

Las conclusiones que podemos sacar de este robot de interacción social, respecto del que se pretende desarrollar, son las siguientes: La primera es la toma de contacto con personas mayores, por medio de un robot social, donde se observa que la usabilidad va a ser baja si los usuarios no ven una utilidad del robot.

Respecto a la interacción humano-robot, tampoco podemos sacar muchas conclusiones, ya que los único que hace el robot es dar información cada vez que detecta al usuario cerca no hay una conversación entre el humano y el robot.

Algo que si hay que tener en cuenta es el funcionamiento simple que tiene el Nabaztag, aunque debido a ese funcionamiento, también podría resultar molesto para los usuarios, por lo que se tendrá que desarrollar una

interfaz con un funcionamiento simple para personas mayores, pero que tengan la opción de manejar el robot sin que les resulte complicado.

Toda la información que el Nabaztag es capaz de dar, es por la conexión a Internet que debe tener, concretamente a una página web donde se descarga dicha información [14], y sin esta conexión sería incapaz de efectuar una interacción. Hoy día la empresa encargada de desarrollar el Nabaztag ha quebrado, lo cual hace que no solo no se pueda descargar información al robot, sino que tampoco interactúe, siendo inservible para la función que se desarrolló.

2.2.4.- Paro

El Paro es un robot social diseñado para interactuar con humanos y que además sea un medio de terapia para el usuario que lo utilice. Para ello se ha desarrollado a Paro con la forma de un bebé de foca (ver Figura 8), por lo que también entra dentro de lo que denominamos interacción animal. Además tiene un peso aproximado de unos 2,8 kg y un funcionamiento por batería, con una autonomía de aproximadamente una hora [15].



Figura 8. Robot social Paro

Dentro de sus capacidades básicas podemos describir lo siguiente: Percepción del tacto, capacidad de reconocer una expresión del usuario, expresar una cantidad de expresiones limitadas y movimiento en las aletas y cabeza. Para poder desarrollar este conjunto de capacidades, el robot se le incluyen los siguientes sentidos: visual (sensor de luz), audio (determina la dirección de la fuente de sonido y reconoce la voz), el equilibrio y el tacto [16].



Figura 9. Usuario interactuando con Paro

Paro está orientado para el uso de personas mayores, tanto como de robot social asistencial, como de forma terapéutica, siendo su función cuidar de él como si se tratará de una mascota (ver Figura 9). Se ha desarrollado de esta forma, ya que en Japón (lugar del desarrollo de Paro) no está permitido tener mascotas en muchos lugares, como puede ser en un centro residencial. También está orientado para tenerlo en hogares de forma sustitutiva de mascotas, ya que la gran mayoría de estos, el espacio es demasiado reducido como para tener una mascota real.

Según ciertos estudios científicos [15], el robot Paro ha reducido, en algunos casos, el estrés y la depresión en pacientes mayores que la sufrían. Este tipo de experimentos se dan lugar en centros residenciales y en grupos de varias personas. Los experimentos consisten, básicamente, en hacer varias interacciones con el robot y comprobar el grado de felicidad y satisfacción tanto a la salida como a la entrada de un experimento, así como al comienzo y el final de un número de interacciones con el robot [16 y 17]. La forma de evaluar se hace tanto por entrevistas posteriores o cuestionarios, como observando el tiempo de interacciones que mantienen con otras personas después de la iteración, o el tiempo que pasan en zonas comunes antes y después de interactuar con Paro.

Las conclusiones que se pueden sacar de este tipo de robots, como son los de interacción animal respecto del robot que se va a desarrollar, son las siguientes.

Una de las razones por las que no utilizar la interacción animal puede ser debido a experimentos con robot de cierto parecido, los interlocutores o usuarios comiencen discusiones absurdas acerca de si es un tipo de animal u

otro. Por ejemplo en este caso [15] confundían el bebé foca con un perro, algún usuario incluso con un gato y se dedicaban a poner nombres al robot. También ciertos usuarios tenían problemas para distinguir si era un robot o un bebé foca en realidad. Al confundirlo con un animal de verdad ya que imitaba ciertos movimientos (como se ha mencionado anteriormente), en este caso, esperaban que el robot comenzase a nadar, dado que este tipo de animales tiende a vivir cerca del agua y nadan habitualmente en ella. Estas situaciones tienden a crear falsas expectativas acerca del robot haciendo que los usuarios puedan perder su interés en utilizarlo.

Todo esto puede llevar a discusiones absurdas acerca del robot, evitando así los temas principales de este tipo de tecnología, que es la interacción social con personas mayores y su labor asistencial.

En cuanto a las diferencias con el que se va a desarrollar, tiene aspectos positivos y negativos: dentro de los negativos distinguimos que no hay una interacción humano-robot con conversación, algo que va a ser de interés en el desarrollo de este proyecto, y únicamente se centra en las funciones terapéuticas que podría tener con una mascota. Tampoco tiene una interfaz gráfica en la que se pueda manejar el robot de forma clara, acorde con la edad y el manejo de la tecnología de este tipo de usuarios. De los aspectos positivos se puede destacar el cierto apego que pueden coger al robot, con que consiguen hacer una relación a largo plazo siendo capaz de ayudar al usuario con los estados de estrés o depresión.

De esto último se podría añadir algún tipo de juego o aplicación en la que se consiga que el robot sea cuidado por el usuario para intentar conseguir esa afección y establecer una relación a largo plazo y no obviar su utilización en un breve período de tiempo.

2.2.5.- Pearl

El Pearl es un robot social asistencial para ayudar a las personas mayores (ver Figura 10). Pearl tiene como funciones primarias: recordar a las personas sus actividades diarias como puede ser comer, beber, el tipo de medicina que tomar o ayudarles a ir al servicio [18]. Y su otra función será guiarles a través del entorno en el que estén.

Su desarrollo está principalmente orientado a las personas mayores que viven en su domicilio particular, necesitando algún tipo de asistencia, y además desarrollen un deterioro cognitivo leve.



Figura 10. Robot Pearl

En cuanto a su composición consta de: un sistema diferencial de manejo, dos PC's incorporados, una red inalámbrica Ethernet, un láser para la detección y búsqueda de objetos, sensores sonar, micrófonos de voz, altavoces para la salida de voz, pantalla táctil para interactuar y sistemas de cámaras estéreo (ver Figura 10).

Para el movimiento tiene un sistema de navegación autónoma, captura de imágenes rápida, software de compresión para transmisión de video en línea, detención de rostros y software de seguimiento.

Además de todo lo citado anteriormente, tiene un módulo sobre tareas primarias para ayudar a las personas mayores.

Respecto a las funciones cognitivas de este robot, podemos comentar que la primera función del sistema es la de recordar a las personas mayores sus actividades diarias. Para ello el objetivo es tomar decisiones basadas en principios acerca de los recordatorios: garantizar que el cliente es consciente de las actividades que espera realizar, el aumento de la probabilidad de que se llevará a cabo al menos las actividades necesarias (como puede ser la toma de medicina), evitar ser molesto al cliente y evitar hacer al cliente excesivamente dependiente del sistema [18].

Para garantizarlo el sistema debe ser flexible y adaptativo, en respuesta a las acciones por el cliente. Un ejemplo sería el de una persona



que suele ir al servicio a las 12:00 y su programa favorito empieza a la 13:30. Si un día no va al servicio a esa hora, 5 minutos antes del comienzo del programa, el robot le recuerda que si no desea ir al servicio en ese momento para evitar que tenga que hacerlo durante el programa, evitando así que lo interrumpa [18].

Para conseguirlo, previamente se introducen en el robot actividades diarias, pudiéndose añadir nuevas o modificar algunas ya introducidas previamente. Después se utiliza la información del cliente para realizar un plan en función de las actividades y razona cualquier disparidad acerca de lo que el cliente hace y debería estar haciendo, y toma decisiones sobre cuando emitir recordatorios.

En la otra aplicación principal de este robot, que es la de ayuda del movimiento a las personas mayores en diferentes entornos y situaciones como podrían ser: tareas regulares, citas, eventos sociales o simplemente caminar para ejercitarse [18].

Algo a tener en cuenta es que el movimiento en ciertos casos de las personas mayores suele ser lento (en torno a los 5 cm por segundo), por lo que el robot se ajusta a la velocidad de cada uno en función de cómo sea necesario.

Para poder guiar a los usuarios por diferentes entornos utiliza un sistema de navegación, obteniendo la localización de la persona que lo maneja, y también sus coordenadas x e y. Para detectar y evitar los obstáculos utiliza los escáneres para la captura de imágenes, además de los sensores que lleva incorporados [18].

Las conclusiones que se pueden sacar de este robot, pueden ser las siguientes: respecto a la interacción humano-robot, es la más parecida que nos hemos encontrado hasta ahora respecto a la del que va a ser desarrollado, ya que habla del tema de las funciones primarias, como recordar lo que hace a lo largo del día, es un tema que se va a incorporar. También en la parte del chatbot, se le introducirá las preferencias de cada usuario para que tenga almacenado cual pueden ser, por ejemplo las medicinas que toma habitualmente y recordárselo.

Algo que no tiene, y que si se debería incorporar sería una ficha de descripción de cada usuario, ya que el robot que se desarrollará, le utilizará más de una persona y podrá interactuar en cada caso con un usuario distinto. Tampoco tiene ningún juego de ayuda a la mejora cognitiva, simplemente es de apoyo para personas con un pequeño deterioro cognitivo y físico.





CAPÍTULO 3.

DISEÑO DE INTERFAZ





3.- Diseño de interfaz

El siguiente objetivo del proyecto será diseñar una interfaz para Sacarino, que vaya a ser utilizada por personas mayores. Así bien el objetivo del diseño de esta interfaz será que las personas mayores puedan utilizarla e interactuar con Sacarino, independientemente del grado de conocimientos que tienen de la tecnología. Para ello se debe diseñar siguiendo determinados pasos:

Lo primero que habrá que hacer será buscar la normativa pertinente sobre la interacción persona-sistema, concretamente la parte que concierne a la interfaz. Una vez se hayan explicado los puntos que más incidan con el trabajo que se va a realizar, se utilizará esta normativa como base o punto de partida para el diseño, de una forma genérica.

El siguiente paso, debe ser adaptar el diseño genérico, a uno más específico, que se centre en las personas mayores, teniendo en cuenta las limitaciones que tienen los usuarios a los que va dirigido, y el objetivo de la interacción con Sacarino. Para conseguir un grado de accesibilidad deseable, se buscarán estudios de las mismas características de diseño, se evaluarán y se podrá actuar en consecuencia. Además de estudios, también será posible obtener resultados de accesibilidad por experimentación del propio Sacarino, pero será una vez realizado el diseño.

Finalmente, se explicará el funcionamiento de la interfaz, mostrando como los usuarios van a ser capaces de interactuar con Sacarino por medio de ella y se elaborarán las conclusiones finales sobre el motivo de ese determinado funcionamiento.

3.1.- Normas a tener en cuenta en el desarrollo de la interfaz

Un robot de interacción social entre personas y sistemas, debe seguir unas pautas o reglas de accesibilidad que deben de ser comunes para todos los robots sociales o que al menos se ajusten lo máximo posible a ello. Este tipo de normas están reguladas dentro de la normativa española (UNE).

La norma correspondiente a la parte de interacción entre un robot y una persona, en concreto la parte del diseño de interfaz es: UNE-EN ISO 9241-20 Ergonomía de la interacción persona-sistema. Parte 20: Pautas de accesibilidad para equipos y servicios de tecnologías de información/comunicación (TIC) [19].



Esta parte de la norma está destinada a la ayuda de los desarrolladores a hacer que los equipos y servicios puedan ser manejados por diferentes tipos de usuarios independientemente de sus limitaciones para utilizarlas.

También se basa en el conocimiento que existe actualmente sobre las características de las personas que con esas limitaciones, como podrían ser físicas, sensoriales o cognitivas, e intentando que también, se aprovechen de determinados productos.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el objetivo de esta norma es para planificar, diseñar, desarrollar, adquirir y evaluar equipos y servicios de esta tecnología, además de proporcionar las pautas para la mejora de la accesibilidad.

Además de la accesibilidad para personas de avanzada edad, la norma nos da también pautas para otro tipo de personas, como pueden ser con algún tipo de discapacidad o dirigida para entornos determinados (como puede ser un entorno ruidoso). De ahí su carácter genérico o común, y que después se profundice más en la parte correspondiente a las personas mayores.

La norma muestra los principios de aplicación, que son los siguientes [19]:

- Adecuación para el máximo rango de usos, que implica, producir soluciones útiles, aceptables y disponibles para la mayor cantidad de usuarios posibles, teniendo en cuenta la diversidad de sus tareas y entornos.
- Uso equitativo, garantizando que las soluciones aumenten la accesibilidad sin conllevar una pérdida de privacidad o aumento de riesgo personal, y proporcionen los mismos medios a todos los usuarios.
- Robustez, implicando apoyar una alta gama de opciones, como la posibilidad de conectar equipos adicionales.

Para garantizar la accesibilidad se deberían las siguientes actividades:

- Entender y especificar el contexto de uso, prestando especial atención a la tarea desarrollada y el entorno donde se produce.
- Identificar y especificar las necesidades de los usuarios.
- Producir soluciones al diseño.



A continuación se mostrará una serie de recomendaciones de carácter general que la norma indica para su aplicabilidad y conformidad:

- Generalidades
 - Soporte a una gama de características de usuarios.
 - Soporte a múltiples mecanismos de interacción.
 - Permitir el uso simultáneo de mecanismos de interacción alternativos.
 - Permitir individualización.
 - Cambio de configuraciones.
 - Soporte de ayudas técnicas.
- Visión:
 - Proporcionar información mediante sonido.
 - Permitir navegación con efectos sonoros.
 - Proporcionar información sobre funcionamiento mediante medios auditivos.
 - Usuarios con visión limitada.
 - Ajustar contraste con los objetos mostrados en pantalla.
 - Ajustar el tamaño de los objetos mostrados.
 - Ampliar los contenidos de una pantalla.
 - Usuarios con visión de color limitada.
- Audición:
 - Evitar sonidos nocivos.
 - Proponer información verbal visualmente.
 - Usuarios que no pueden oír.
 - Usuarios con capacidad auditiva limitada.
 - Control de volumen.
- Habla:
 - Proporcionar la optimización de entrada de voz.
- Capacidades Cognitivas:
 - Limitaciones en las capacidades cognitivas.
 - Evitar demandas cognitivas innecesariamente elevadas.
 - Ayudar a la comprensión.

- Uso de vocabulario comprensible.
 - Proporcionar indicaciones necesarias.
 - Ajuste de velocidad de interacción.
 - Minimizar la necesidad de formación.
- Recomendaciones respecto a las características del equipo y del servicio:
 - Facilitar las funciones básicas y auxiliares.
 - Proponer interacción al usuario.
 - Facilitar interoperabilidad.
 - Proporcionar la posibilidad de confirmar o deshacer.
 - Proteger características de accesibilidad.
 - Ayudas técnicas:
 - Conexión con ayudas técnicas.
 - Permitir combinación de ayudas técnicas.
 - Selección y operación de equipos TIC:
 - Proporcionar información sobre accesibilidad.
 - Proporcionar información sobre contextos de uso.
 - Mantener compatibilidad en la renovación de equipos o servicios.
 - Preparar y completar la operación:
 - Apagar el equipo.
 - Almacenar el equipo.
 - Desconexión de equipos.

3.2.- Especificaciones del diseño para personas mayores

Con las recomendaciones genéricas de accesibilidad presentes, el siguiente paso será dar un enfoque más específico hacia las personas mayores o de la tercera edad. Determinadas opciones de accesibilidad están sujetas a la experimentación dado que no se sabe muy bien cómo va a responder cada usuario en cada caso o los problemas de índole personal de cada uno como pueden ser, problemas físicos, cognitivos...



Inicialmente se recolectarán los problemas más comunes de las personas mayores, para saber a qué hay que enfrentarse a la hora de diseñar la interfaz.

Inicialmente se introducirán los problemas más recurrentes de los usuarios debido a la visión:

- Problemas para ver de cerca (Presbicia). Es un problema que suele asolar a personas mayores de 40 años y consiste en ver letras pequeñas y ver de cerca. Para ello utilizan gafas correctoras que les ayuden a enfocar.
- Reducción de agudeza visual (nitidez): Está relacionado con la capacidad de ver con nitidez debido a la cantidad de luz que entra en el ojo, y se empieza a observar a partir de los 50 años. Para ello se necesita mayor iluminación, aproximadamente el doble que un usuario de 20 años.
- Sensibilidad al mirar. La luz se dispersa por el ojo debido a entre otras cosas, las cataratas. Por ello la visión se ve afectada por la luz reflejada, el papel brillante, objetos relucientes...
- Adaptación de brillo. Se tiene una adaptación más lenta a los cambios de brillo, sobre todo con caratas. Además es más difícil distinguir entre superficies oscuras y claras. Ha esto es debido que los usuarios tiene más dificultad a cambios bruscos en estímulos visuales.
- Adaptación de la oscuridad. El umbral de percepción de la luz aumenta, duplicándose cada 13 años entre los 20 y los 60 años. Para ello se necesita una mayor iluminación sin deslumbramientos, y evitar la oscuridad.
- Percepción del color. No distinguen bien los verdes, violetas y azules, además de disminuir la pureza de la percepción y el brillo del color. Los usuarios de avanzada edad prefieren los colores cálidos a los fríos.
- Estrechamiento del campo visual. A los 35 años, el campo visual circular es 180° horizontal 135° vertical. Las disminuciones de estos comienzan a los 40 años. En ciertos casos hay reducción de la visión periférica muy pronunciada (visión de túnel).

Los siguientes tipos de problemas que pueden tener las personas de avanzada edad, son problemas de tipo auditivo:

- Percepción del sonido y reconocimiento del habla. La pérdida auditiva es de 2,5 dB por década a los 55 años, 8,5 dB por década más allá. Para hacerse una idea, una conversación suele ser a 50 dB y el umbral de dolor es a 100 dB. Tienen un 25% por ciento de pérdida en la capacidad de percibir el habla normalmente audible a los 60 años. El déficit es pequeño en entornos silenciosos, pero la dificultad aumenta cuando hay un entorno con ruido de fondo.
- Perspicacia a la frecuencia. La percepción a la alta frecuencia disminuye, sobre todo en hombres, siendo los rangos normales de frecuencia del habla entre 500 y 2000 Hz.
- Identificación de la ubicación del sonido. Tienen problemas para identificar la procedencia de un sonido, lo que puede dar a una desorientación por parte del usuario.
- Atención auditiva. Las personas con avanzada edad tienen problemas sobre todo para procesar información a ritmos rápidos. Afecta a su capacidad multitarea.

El siguiente tipo de problema serán los relacionados con la percepción del tacto, la temperatura, la movilidad y el equilibrio:

- Sensibilidad a la presión. La sensibilidad a la presión disminuye con la edad, esto puede ocasionar que no sean capaces de utilizar bien teclados o pantallas táctiles...
- Sensibilidad térmica. Hay una reducción de sensibilidad en la terminación nerviosa y tienen menor sensibilidad al calor. Esto implica que tienen más sensibilidad a las temperaturas bajas, pero menor a temperaturas altas, lo que puede ocasionar que reacciones lentamente a éstas.
- Cambios corporales. Disminuyen tanto el movimiento como la altura de tronco o también el alcance del brazo. Esto hace que la ergonomía de un adulto medio, no se adapte a una persona mayor.
- Menor capacidad de reflejos y movimiento. Hay una pérdida de músculo evidente, además de volverse los movimientos más lentos y tener menor capacidad de reacción a los estímulos. Sus movimientos con los aparatos tecnológicos serán más lentos.



- Flexibilidad. Pérdida de flexibilidad que limita ciertos movimientos.
- Artrosis y Parkinson. La artrosis provoca dolor en las articulaciones y afecta al 50% de los adultos y al 80% de las personas de la tercera edad. También se puede ocasionar Parkinson, que provoca temblores por medio de una enfermedad neurológica, que afecta al 1% de la población con más de 50 años. Estas enfermedades dificultan agarrar con las manos o doblar las articulaciones, lo cual interfiere con el desempeño de las tareas cotidianas (por ejemplo, sujetando un riel, desenroscando un tapón de botella) o el movimiento preciso y orientado (marcar en el teléfono, insertar una tarjeta de crédito o controlar determinados aparatos).
- Coordinación. Se reduce la capacidad de ejecutar un movimiento de manera coordinada en un tiempo dado. Por ellos se dificulta la capacidad de hacer ciertos movimientos, por ejemplo doble click en el ratón.
- Equilibrio. Disminuye el equilibrio tanto en estático como en dinámico. Esto hace que su velocidad andando disminuya entre el 10% y el 20% por década a partir de los 60 años. Aun así existe un riesgo de caída mayor que para otros adultos menores.

Y finalmente el último tipo de problema para las personas de avanzada edad serán los relacionados con la memoria y cognitivos:

- Memoria de trabajo. Las personas mayores tienen problemas para procesar los mismos bits de información que el resto de adultos en el mismo periodo de tiempo. La sobrecarga de información puede resultar para ellos abrumadora.
- Memoria prospectiva. Tienen dificultades para recordar eventos futuros tales como citas o fechas. En edades muchos más avanzadas es más complicado recordar tareas futuras basadas en el tiempo (tomarse las pastillas cada 4 horas) que recordar tareas basadas en eventos (cuando suene la alarma, apagar el horno).
- Memoria semántica. Se tiene un depósito de vocabulario muy rico, que con el tiempo no olvidan, aunque tienden a olvidarlo temporalmente con el aumento de la edad. Una expresión muy utilizada para este tipo de comportamiento es el de “en la punta de la lengua”.

- Memoria de procedimiento. Tiene conocimientos sobre como hacer determinadas operaciones, que son automáticos (dirección de un automóvil, cambio de marcha, seguimiento de una receta...), y además permanecen intactos con el tiempo. Esto puede hacer que determinados comportamientos sean más complicados de inhibir, como puede ser el encendido/apagado de un objeto. A partir de cierta edad, el tiempo de aprendizaje de una nueva habilidad requiere más tiempo.
- Atención. Las personas mayores necesitan más tiempo para centrar su atención en nuevas tareas. Además tienen menos capacidad para inhibir la información irrelevante y la multitarea (conducir y seleccionar música en el reproductor) resulta un desafío.
- Cognición espacial. La transformación mental de información espacial, el desarrollo de secuencias, se hace más difícil con la edad, como por ejemplo usar un mapa para atravesar un espacio físico.
- Comprensión del lenguaje. Las personas de avanzada edad tienen dificultades para comprender determinadas informaciones escritas o leídas, dadas por ejemplo la ironía o el doble sentido.

Una vez conocidos los diferentes problemas a los que hacer frente se mostrarán diferentes artículos de accesibilidad de este tipo de tecnología para personas mayores, siempre respetando las normas anteriormente citadas y utilizando las que mejores resultados dan.

La primera consulta que se puede hacer serán las recomendaciones dadas por el Gobierno de España. El Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, junto con Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (Ceapat) dan una serie de recomendaciones específicas sobre el diseño de interfaces para personas mayores [20].

Las recomendaciones iniciales que dan son adaptabilidad, ya que la gran mayoría de los sistemas operativos existentes utilizan una interfaz gráfica muy similar con pequeñas diferencias. Estos sistemas operativos disponen de configuraciones donde se puede personificar la interfaz adaptándolo a las necesidades de los usuarios (ver Figura 11).



Figura 11. Opciones de configuración del sistema operativo OS X

Estas adaptaciones pueden ser simplemente aumentar el tamaño de las letras, utilizar una fuente donde el texto sea más claro a de ver, modificar el contraste o brillo, utilización de colores para mejorar la visión, utilizar avisos sonoros y/o visuales...

Otra recomendación dada para la adaptabilidad, son la instalación de “Apps” en el sistema operativo. Con estas aplicaciones o “Apps”, lo que se conseguirá será mejorar determinadas configuraciones que no estén instaladas por defecto y que puedan resultar útiles para la accesibilidad de los usuarios.

Otra recomendación fuera de la adaptabilidad en los sistemas operativos tradicionales, será la utilización de interfaces simplificadas. Este tipo de interfaces son igual de funcionales que las convencionales, con la diferencia que tienen un diseño más simplificado, presentado solo las partes más imprescindibles, con un número de ayudas mayor y con características representativas, como por ejemplo el tamaño mayor de texto y/o iconos (ver Figura 12).

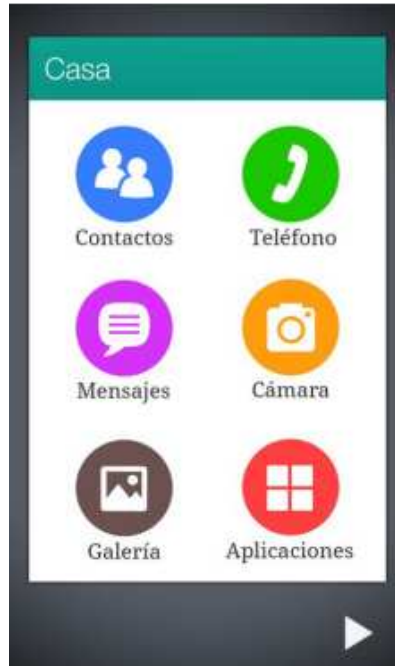


Figura 12. Interfaz simplificada de un smartphone

Son específicas para personas que están alejadas del uso diario de tecnología o con diferentes tipos de deficiencias (visión, memoria...).

Por el tipo de usuarios a los que va dirigido, se utilizará una interfaz simplificada, aunque también se incluirá una parte de adaptabilidad dentro de la misma, para mejorar todo lo posible la interacción y el manejo.

Para completar este tipo de diseño, el siguiente paso será la búsqueda de elementos que indiquen el mayor coeficiente de usabilidad y adaptabilidad con los problemas de las personas mayores anteriormente dichas. Para ello se pueden seguir las siguientes recomendaciones [21]:

Lo primero serán las pautas para la presentación visual:

- **Luminosidad.**
 - Aumentar la iluminación en las superficies de lectura de 100Cd/m^2 .
 - Utilizar varias fuentes de luz pequeñas de baja intensidad en vez de un grande.
- **Deslumbramiento.**

- Utilizar superficies mate.
- No utilizar papel o superficies brillantes.
- **Composición.**
 - Los estímulos han de ser grandes, sencillos, sin aglomeración de ellos y en la parte central.
 - Hacer que los objetos se destaquen mediante tamaño, color o por el contraste.
 - Colocar la información de la tarea específica de la tarea en una profundidad de plano constante.
 - Intentar que el usuario no tenga que distinguir determinadas tareas a distancias cercanas.
 - Evitar sobre todo, cambios rápidos o estímulos en movimiento
- **Texto.**
 - Los mejores tipos de fuentes para las personas de avanzada edad son: Sans Serif, Arial, Helvética, Century Gothic Serif, Times, Bookman, Book Antigua. Se debe evitar un tipo de fuente que sea difícil de leer y con elementos decorativos.
 - El tamaño mínimo, para estos tipos de fuentes anteriormente citados, es de 12.
 - Para determinados casos donde se quiera llamar la atención, las mayúsculas son muy útiles, aunque para bloques de palabras grandes no son recomendables.
- **Contraste.**
 - Un buen contraste de letras es de negro sobre fondo blanco o letras negras sobre fondo negro.
 - Se tiene que tratar de lograr un contraste de al menos 50:1.
 - Se recomienda utilizar colores cálidos, tales como rojos, naranjas...

Una vez vistas las pautas a seguir respecto a la presentación visual de la interfaz, las siguientes serán las pautas sobre la audición:

- **Intensidad del sonido.**

- Las señales sonoras deben tener una intensidad mínima de 60 dB para una persona de la tercera edad.
- Los ajustes del volumen han de ser con movimientos muy simples para los usuarios, siendo mejor graduar de una forma adelante-atrás o arriba-abajo que por medio una rueda giratoria.
- **Frecuencia del sonido.**
 - Las alertas sonoras deben de estar dentro del rango frecuencia de 500 a 2000Hz.
 - Para los avisos sonoros las voces masculinas son mejores que las femeninas.
 - Evitar las frecuencias muy altas (mayores de 4000Hz).
 - Evitar que las voces dadas por la interfaz sean muy artificiales.
- **Localización del sonido.**
 - El sonido siempre debe de situarse siempre enfrente del usuario, evitando que sea lateral.
 - Si el sonido viene con una frecuencia superior a 2000Hz, se debe alargar la duración del mismo siendo mayor de 0,5 segundos.
- **Atención auditiva.**
 - Proporcionar indicaciones redundantes de un sonido, como por ejemplo utilizar vibración o añadir luz a la alarma sonora.
 - Proporcionar la utilización de auriculares para determinadas tareas que requieran un extra de atención.
 - Evitar entornos ruidosos o con ruidos indeseables de fondo.
- **Reconocimiento de voz.**
 - Utilizar un ritmo razonable.
 - La estructura lingüística ha de ser predecible.
 - Las pausas deben de ser cada vez que se finalice una oración o después de las frases.
 - Evitar patrones robotizados o de habla sintetizada.
 - No utilizar la condescendencia con este tipo de usuarios.

Las siguientes pautas o recomendaciones para el diseño de la interfaz corresponden a la temperatura y la sensación táctil y la restricción de movimiento e inestabilidad del usuario:

- **Sensación de temperatura.**
 - Conviene que la interfaz esté a una temperatura de 18°C, y que no supere los 40°C.
 - Se pueden utilizar almohadillas térmicas en el caso de la utilización de botones para evitar quemaduras.
 - Utilizar alarmas sensoriales en caso de sobrecalentamiento, como por ejemplo luces rojas con alarma sonora y un texto informativo.
- **Sensación de presión.**
 - Añadir señales sensoriales que acompañen a la pulsación, como pueden ser señales auditivas o utilizar superficies con relieve en los botones que aumenten la sensación táctil.
- **Cambios corporales (estatura, alcance...).**
 - Colocar la interfaz en una posición baja.
 - En caso de que el usuario realice la interacción sentado, utilizar un asiente que este cerca de su centro de gravedad y que tenga la posibilidad de apoyar los pies en el suelo.
- **Flexibilidad.**
 - Se han de tener en cuenta las posibles limitaciones de los usuarios a la hora de interaccionar, para ello limitar el estiramiento de sus articulaciones.
- **Velocidad de movimientos y reflejos.**
 - Se debe permitir el suficiente tiempo para que el usuario realice la tarea correspondiente.
 - Se deben evitar los pasos muy rápidos y seguidos, como por ejemplo sería disminuir la velocidad de doble click del ratón.
- **Coordinación.**

- Movimientos sencillos
 - Utilizar mejor sistemas de palancas en vez de ruedas giratorias de ajuste.
 - Los botones deben de ser grandes.
 - Evitar que se accione por accidente determinados controles que puedan resultar críticos.
- **Equilibrio.**
 - Proporcionar rieles o barras de agarre si fuera necesario.
 - Utilizar alfombras en el lugar de la interacción para evitar deslizamientos.
 - Utilizar pinturas o tiras de colores contrastadas, si hay un cambio de superficie (bordes de escaleras, marcos de puertas, pisos...).
 - Evitar colocar la interfaz sobre superficies brillantes o refractarias.

Finalmente la última parte de pautas sobre el diseño de interfaces para personas de avanzada edad es sobre la adaptación de cambios cognitivos:

- **Memoria de trabajo.**
 - Dar instrucciones simples y en mensajes cortos.
 - Si se utilizan iconos, han de ser tremendamente intuitivos.
 - Evitar la sobreinformación.
- **Memoria prospectiva.**
 - Recordatorios basados en eventos, como por ejemplo un tono audible para los correos electrónicos o sonidos intermitentes para alarmas. En este caso utilizar sonidos que sean fácilmente diferenciables para cada tarea.
 - Evitar los recordatorios basados en tiempo.
- **Memoria de procedimiento.**
 - Utilizar pasos intuitivos y simples.
 - Acortar el número de pasos necesarios.
 - Dar oportunidades para la práctica con una repetición frecuente de los pasos.



- Dar sugerencias de retroalimentación para la acción correcta, como por ejemplo para una acción correcta emitir un sonido, y para una acción incorrecta emitir otro.
 - Evitar procesos con más de un paso o procedimientos que no sean útiles ni tengan la oportunidad de practicar.
- **Atención.**
 - Utilizar pantallas simples, con señales cortas y discretas.
 - Evitar el desorden visual.
 - Evitar, también, procesos con acciones simultáneas como podría ser pulsar dos teclas a la vez.
- **Compresión de mensajes.**
 - Mensajes claros a un ritmo que se adecúe a la velocidad de comprensión de los usuarios.
 - Estructura lingüística predecible.
 - Pausas gramaticales en los límites de las frases u oraciones.
 - Información con un contexto rico y con redundancia.
 - Evitar que se tenga que procesar una gran cantidad de información para dar una respuesta, como por ejemplo en los mensajes automáticos de teléfono.
 - Evitar la sutileza y la ironía así como la información irrelevante

3.3.- Realización de interfaz. 5 pasos y utilización de cada uno

Una vez visto las recomendaciones que se deben tener en cuenta para diseñar una interfaz para personas mayores, así como también se ha de tener presente las normas iniciales indicadas, el paso siguiente será explicar cómo va a ser la interfaz de Sacarino.

La interfaz de Sacarino estará compuesta por una pantalla táctil de unas 10 pulgadas, un micrófono y unos altavoces (ver Figura 13), y su objetivo principal será ser el medio de interacción entre el usuario y el robot.



Figura 13. Interfaz de Sacarino

El diseño seguirá las pautas de interfaz simplificada y adaptabilidad, tanto es así que se guiará a los usuarios de una forma muy lineal y con ayudas recurrentes por los pasos dados. Además será una interacción multimodal, ya que puede ser tanto por medio de la pantalla, como por medio de habla gracias al micrófono y los altavoces que lleva implantados Sacarino.

El funcionamiento será el siguiente: inicialmente aparecerá la pantalla de inicio donde se accederá a comenzar la interacción (ver Figura 13). Esta pantalla únicamente tiene un botón que es el de comenzar en la parte inferior de la pantalla. En la parte central únicamente aparece un icono con la cabeza de Sacarino a modo decorativo. En la parte superior tiene un icono de un micrófono y una barra de color azul oscuro y será donde se produzca el reconocimiento de voz del usuario. Se sabrá si Sacarino ha reconocido la voz, ya que sobre esta barra azul oscuro aparecerá superpuesta otra barra de color azul claro de tamaño variable, y que avanzará de izquierda a derecha (ver Figura 14). La barra de reconocimiento de voz será mayor cuando mayor sea el volumen con el que el usuario hable. Este icono aparecerá durante toda la interacción que se haga con el robot.



Figura 14. Interfaz de Sacarino en un instante de reconocimiento de voz

Lo siguiente que aparecerá será relacionado con la adaptabilidad de la interfaz. Serán 5 pasos donde los 4 primeros cada usuario podrá acomodar a su propio gusto los valores de volumen, tamaño de texto, ajuste de brillo y tipo de letra, en ese orden. El último paso corresponde al diálogo que pueden mantener el usuario y el robot.

Cabe destacar que en todos los pasos de adaptabilidad, como en la pantalla de inicio, podrán aparecer ayudas al usuario si así lo requiere la interacción. Por ejemplo si un usuario no sabe cómo se puede modificar el volumen aparecerá una ayuda, tanto por medio de texto como por medio de

audio, que le indicará la forma de proceder en ese caso. Obviamente, cada ayuda dependerá de la pantalla en que se encuentre el usuario y se centrará únicamente en el paso en el que esté.

A continuación se entrará a explicar los 5 pasos que se dan en la interacción, así como explicar cada una de las pantallas que aparecen en estos pasos.

El primer paso será el del volumen, consistirá en que el usuario sea capaz de adaptar el volumen con el que Sacarino interactuará, dentro de unos límites preestablecidos.



Figura 15. Pantalla de selección de volumen

Lo primero que pasará cuando el usuario acceda a la pantalla de ajuste de volumen (ver Figura 15) será que Sacarino le preguntará si el volumen está bien.

La pantalla está formada de la siguiente manera: en la parte superior tendrá el reconocimiento de voz de Sacarino (como ya se ha mencionado anteriormente), que en este caso está representado con la palabra micrófono. En la parte central aparecerán 3 botones para seleccionar que volumen se desea, siendo el botón de la izquierda para que sea más bajo, el de la derecha para que sea un volumen más alto y el del centro representado con la palabra bien, será para indicar que el volumen escuchado es el correcto y pasar a la siguiente pantalla automáticamente como se puede observar en la figura 15.

En el caso de que se seleccionen o bien la opción de más alto o bien la de más bajo, Sacarino volverá a formular la pregunta para saber si el volumen

está bien, además de que el usuario pueda escuchar si el volumen que ha seleccionado es el adecuado para él o ella modificándolo de nuevo si fuera necesario. En este caso la pregunta que efectuará Sacarino será un poco diferente de la inicial con motivo de que la interacción no sea repetitiva.

Si se desea hacer mediante reconocimiento de voz, el usuario deberá decir las palabras que aparecen en los botones o similares (como pueden ser aumenta o disminuye), cercenándose que el robot ha sido capaz de reconocer la palabra para el correcto funcionamiento (La programación de esta parte está incluida en el Anexo II).

Como se ha mencionado anteriormente, una vez se pulse el botón central, representado con la palabra “bien” o se diga dicha palabra, se aceptará que el volumen que se ha elegido es el adecuado, además de pasar a la siguiente pantalla, que será la que permite ajustar el tamaño de texto.

La pantalla de ajuste de tamaño texto (ver Figura 16) corresponderá al segundo paso y ayudará al usuario a adecuar el tamaño del texto con el que Sacarino lo expondrá a lo largo de la interacción.

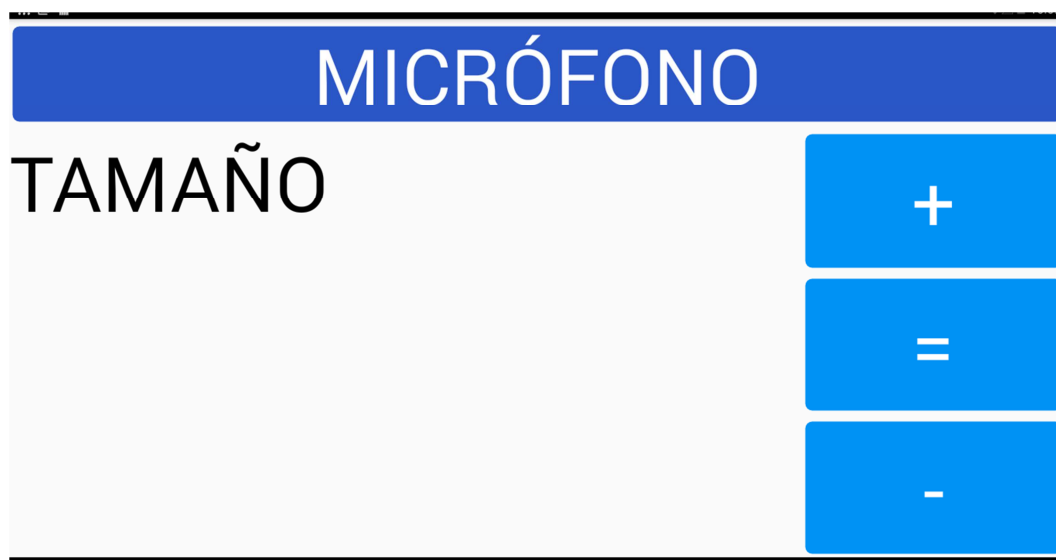


Figura 16. Pantalla de ajuste de tamaño de texto

En esta pantalla se observan determinados cambios con respecto a la anterior, lo que no cambia será la parte del reconocimiento de voz, que actuará igual y se situará también en la parte superior de la interfaz.

Inicialmente, al igual que en la pantalla de volumen, Sacarino preguntará si el tamaño deseado es el deseado, y a medida que se modifique seguirá preguntándolo de formas diferentes para evitar repetirse.

Lo que cambia de esta pantalla es que los botones se encuentran en la parte derecha de la pantalla que están representados por iconos, además de que se representa en la parte izquierda de la pantalla la palabra “tamaño” pero no está contenida en ningún botón.

Pues bien, el funcionamiento será el siguiente: la palabra “tamaño” representará el tamaño del texto que el usuario deseé, para modificarlo se utilizarán los botones de la derecha de la pantalla. El botón que está en la parte más superior, representado con el icono de la suma (+) aumentará el tamaño del texto representado. Así mismo el botón de la parte inferior representado por el símbolo de la resta (-), disminuirá el tamaño del texto. A medida que se van pulsando estos dos botones se observa cómo va cambiando inmediatamente el tamaño de la palabra representada en la pantalla, pudiendo así los usuarios ver en el mismo instante si es el tamaño que ellos quieren o aún desean cambiarlo más (ver Figura 16).

El botón que queda por explicar es el botón central de los tres de la derecha, éste está representado por el símbolo de igual (=), y una vez se pulse se indicará que el tamaño del texto es el adecuado y pasará a la siguiente pantalla.

Respecto al reconocimiento de voz funcionará de forma muy parecida a la anterior pantalla utilizando, por ejemplo las palabras más, aumenta o similares, para aumentar el tamaño del texto y menos, disminuye o similares para que el tamaño de texto sea menor. Análogamente, para la parte de aceptar el tamaño de texto bastará con decir bien o algo similar para que se por correcto el tamaño mostrado y pase a la siguiente pantalla.

El tercer paso de la interacción será el ajuste de brillo de la pantalla (ver Figura 17).



Figura 17. Pantalla de ajuste de brillo

Esta pantalla es muy similar a la del ajuste de volumen, en cuanto a la forma en que está dispuesta.

Todos los botones están situados de la misma forma, en la parte central de la pantalla, además del reconocimiento de voz que sigue estando en la parte superior de la pantalla.

También en este caso son tres botones, y son los que dan la opción de modificar el brillo. El botón más a la izquierda indica si se quiere que la pantalla sea más clara (más brillo) y el de más a la derecha indica si se desea que la pantalla sea más oscura (menor brillo). La pantalla va cambiando automáticamente en el instante en el que se seleccione una opción u otra, pudiendo así ver el usuario cual es la que desea, o si necesita modificarla más (ver Figura 17).

El botón de la parte central, representado por la palabra “bien”, es el que indica que el usuario está conforme con el brillo y una vez se pulse se pasará a la siguiente pantalla.

Respecto al reconocimiento de voz se puede decir prácticamente lo mismo que con las anteriores pantallas, inicialmente Sacarino preguntará si es el brillo que desea, y cada vez que se modifique volverá a preguntarlo de forma un poco distinta. El usuario también puede seleccionar las opciones por reconocimiento de voz utilizando las palabras que están en la pantalla, siendo el mismo resultado que si deciden utilizarlo pulsando.

El cuarto paso de la interacción será el último paso que se dé respecto a la adaptabilidad y será sobre el tipo de texto que se va a querer utilizar (ver Figura 18).

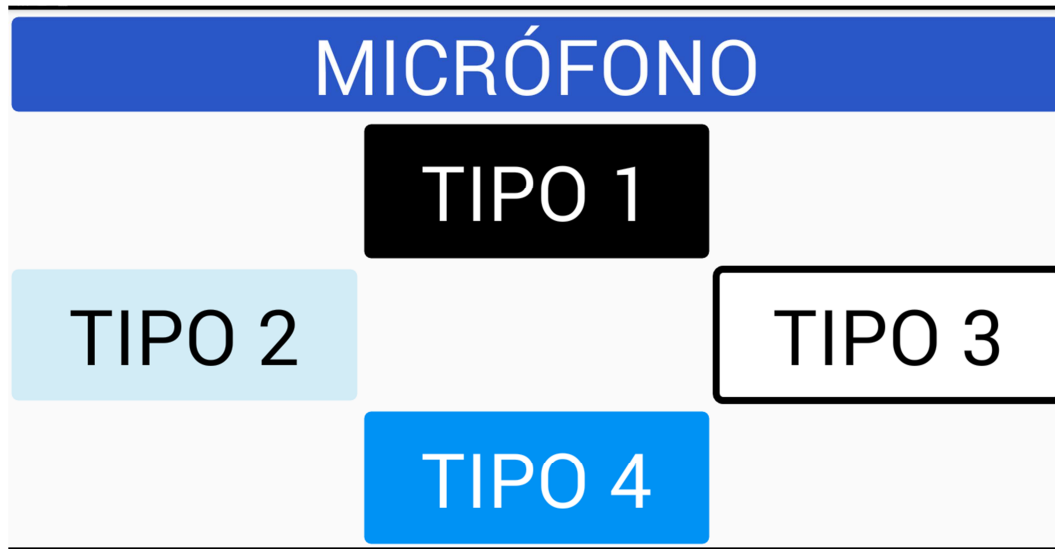


Figura 18. Pantalla de ajuste de tipo de texto

Esta pantalla nos dará cuatro opciones de texto, variando sobre todo, el color de texto y su fondo, dando al usuario el texto que le facilite más la interacción con Sacarino.

Las opciones están repartidas por la pantalla en forma de rombo: el tipo de letra 1 esté en la parte superior, el tipo 2 está en la parte izquierda, el tipo 3 está en la parte derecha y el tipo 4 está en la parte inferior de la pantalla (ver Figura 18). Una vez se seleccione un tipo de letra se pasará a la siguiente pantalla, esto es un cambio con respecto a las pantallas anteriores, ya que anteriormente se tenía que variar la característica correspondiente y después confirmar por medio de la selección de otro botón para pasar a la siguiente pantalla. Este cambio se debe a que en este caso ese grado de variabilidad no existe, ya que una vez seleccionado el tipo de texto, éste será el que se utilice.

Respecto al reconocimiento de voz es muy similar al de pasos anteriores, la parte donde se muestra en la pantalla es exactamente la misma, y para seleccionar una de las opciones bastará con utilizar las mismas palabras que las que vienen indicadas en los botones. Como siempre, Sacarino nos indicará por voz que se elija la opción de texto que deseada.

Finalmente, se avanza al paso final (el quinto paso), que corresponde a la parte del diálogo entre Sacarino y el usuario y se tendrán en cuenta todas las opciones que se han seleccionado durante los pasos anteriores (ver Figura 19).



Figura 19. Pantalla de diálogo de Sacarino

En esta pantalla únicamente aparecerá el reconocimiento de voz de Sacarino, por lo que no aparecerá ningún botón que se pueda seleccionar como en anteriores ocasiones.

Dado que no habrá opción de seleccionar nada por medio táctil, en esta parte de la interacción únicamente se podrá realizar por medio de reconocimiento de voz por parte del usuario, aunque Sacarino se comunicará tanto por medio auditivo como por medio de texto.

Con esto se puede dar por concluido el diseño de la interfaz del robot social asistencial Sacarino y lo siguiente que se verá está relacionado con la última pantalla de la interfaz, el diálogo.

En los siguientes capítulos del trabajo se podrá ver como se realiza un diseño de diálogo para un robot social asistencial para personas mayores, como también que pruebas se llevan a cabo para que el resultado sea el más conveniente o qué tipo de información conviene obtener del diálogo entre el usuario y el robot.





CAPÍTULO 4.

DISEÑO DE DIÁLOGO.

MÉTODO DEL MAGO DE OZ





4.- Diseño de diálogo. Método del Mago de Oz

4.1.- Forma de proceder y contenido de la prueba

Para el diseño del diálogo se utilizará el método del Mago de Oz, como ya se ha explicado en el capítulo 2 de este trabajo.

La prueba consistirá en que el usuario interactúe con Sacarino mientras un operario encargado del proyecto de Sacarino, controle remotamente las opciones de la interfaz al completo, pudiendo elegir el tipo de preguntas que se realizan o la cantidad de ayudas que recibe el usuario. El operario en todo momento estará escuchando todo lo que dice el usuario y Sacarino, como también estará observándoles por video.

La prueba no se ceñirá únicamente a la parte del diálogo, sino que también incluirá la parte de adaptabilidad anterior, dado que también se considera interacción.

El control por parte del operario será total, esto quiere decir que además de controlar la parte de las preguntas y respuestas de Sacarino, también tendrá opción de controlar la parte de selección de opciones de adaptabilidad reservada al usuario. La razón de este control total de Sacarino se debe en gran parte a que el reconocimiento de voz de la interfaz no capte total o parcialmente la interacción del usuario o que aún con ayudas, un usuario no sea capaz de avanzar en un paso.

De esta forma el operario, si ve algún tipo de dificultad podrá emitir la cantidad de ayudas necesarias o si fuera necesario, seleccionar la opción correspondiente que desea el usuario, pero que no ha sido capaz de escoger por unas razones u otras.

Obviamente todas estas acciones realizadas, como pueden ser: tiempo de espera, cantidad de ayudas emitidas, capacidad de reconocimiento de voz de registrar al usuario o lugar donde se pulsa dentro de la interfaz, deberán ser debidamente evaluadas una vez finalizada la prueba.

Ya visto en el capítulo anterior en qué consistirá la parte de adaptabilidad, en la parte de diálogo inicialmente se diseñará una serie de preguntas donde se podrán extraer determinada información sobre el usuario con el que interactúa.



Para el diseño de preguntas se procedió a obtener información básica de los usuarios, con el objetivo de que fuese fácil de procesar, sabiendo si está mal o bien instantáneamente, y también evitando que las preguntas personales fueran demasiado intrusivas. Para ello se diseñó una ficha de usuario y marcando como objetivo rellenar lo máximo posible de esta ficha.

Respecto a los temas que aparecen en la ficha de usuario, son los siguientes:

- Nombre y apellidos.
- Edad y fecha de nacimiento.
- Lugar de nacimiento y lugar de residencia.
- Ocupación.
- Estado civil.
- Intereses y aficiones (ocio en tiempo libre).

En la parte final del diálogo se le preguntará si desea que esta información sea recordada por parte de Sacarino. Esto se debe tanto a la privacidad del propio usuario como a que en el futuro, Sacarino sea capaz de obtener toda esta información autónomamente y además tenga capacidad para mantener la información dada por el usuario, utilizándola así para futuras interacciones.

Una vez finalizada la interacción con Sacarino, se proporcionará al usuario un cuestionario donde se le harán preguntas sobre sus características técnicas (como por ejemplo si se entendía lo que el robot dice, si las letras se distinguían adecuadamente...) y sus características sociales (por ejemplo si el robot es de utilidad para las personas de la tercera edad, si le ha resultado extraño hablar con un robot...).

El cuestionario para, mayor facilidad de los usuarios que lo realicen, se responderá por medio de la escala Likert. La escala Likert es una escala de conformidad marcada que va de 1 a 5, siendo 1 muy insatisfactorio y 5 muy satisfactorio. Además de la mencionada escala de Likert, al final de cada pregunta se proporcionará un espacio por si el usuario quiere explicar las razones que le han llevado a elegir su puntuación.

Al final del cuestionario se mostrará una tabla donde el usuario elegirá en que actividades creó él que Sacarino podrá ayudar a las personas de la tercera edad. Estas opciones son, por ejemplo, siendo amigo o compañero, un robot de ayuda del ejercicio físico o un robot de cuidado de salud, entre otros.

La ficha de usuario utilizada y el cuestionario realizado se podrán ver en el Anexo I, donde se especifica más sobre la información a extraer y las preguntas que se realizan en el cuestionario.

Una vez visto cual es el contenido de la prueba, lo siguiente será explicar la interfaz que utiliza el operario durante la prueba de Mago de Oz y su manejo.

4.2.- Interfaz de Mago de Oz. Descripción y manejo.

La interfaz del Mago de Oz, tendrá algunas modificaciones con respecto a la presentada a los usuarios, tanto en diseño como en manejo.

Se manejará remotamente desde un ordenador, y la conexión entre el ordenador donde se maneja el Mago de Oz y Sacarino será por medio de Internet.

La interfaz que se encontrará en el Mago de Oz tendrá el siguiente aspecto (ver Figura 20):

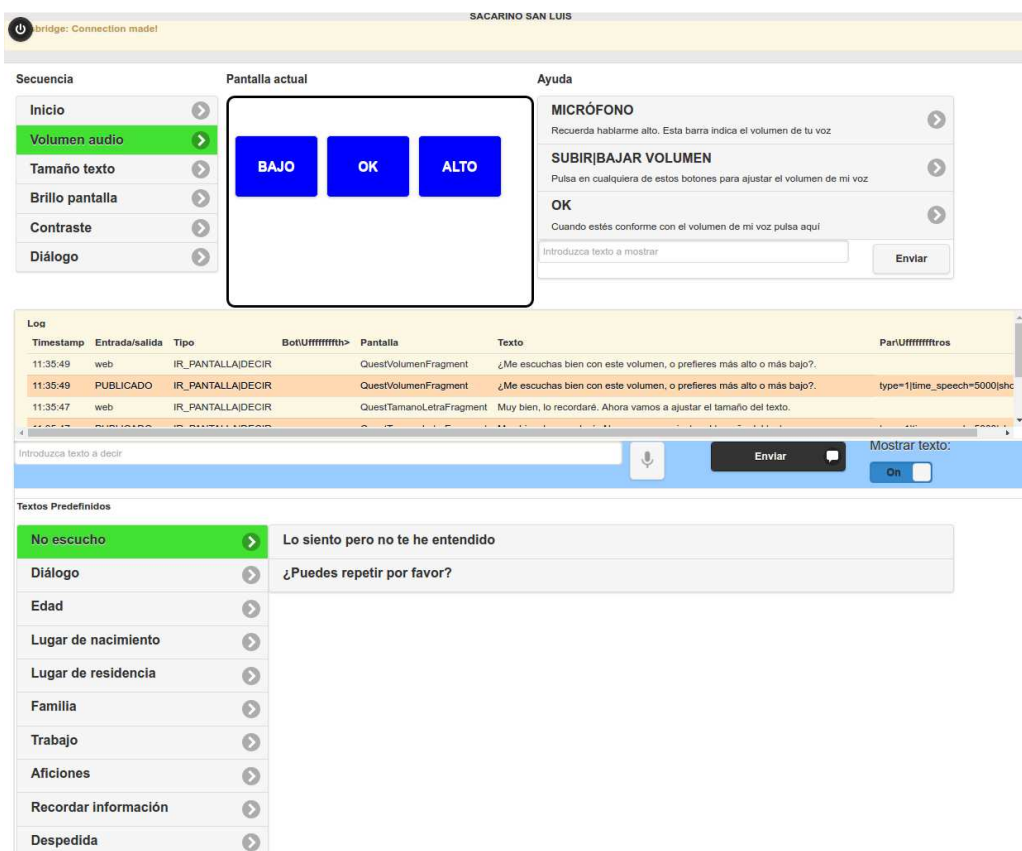


Figura 20. Interfaz de Mago de Oz presentada en el ordenador

La interfaz del Mago de Oz constará de una selección de usuario en la que se introducirá su nombre y se almacenará, para así poder distinguir entre el manejo de diferentes usuarios y comparar los diferentes resultados entre unos y otros.

La parte superior de la interfaz es la parte que más se ajusta a la del Sacarino, tanto por contenido como por estructura, y se podrá dividir en tres bloques que se diferenciarán (ver Figura 21).



Figura 21. Parte superior de la interfaz del Mago de Oz

El primer bloque está situado en la parte superior izquierda de la pantalla (ver Figura 22), y en él se describirá la pantalla de inicio y los 5 pasos que se dan en la interfaz, ordenados de forma descendente siendo el primero que aparece (el de inicio) el primero que también le aparecerá al usuario en la interfaz y así sucesivamente con el resto de los pasos que se dan.

A medida que se van dando los pasos aparecerá señalado en qué paso está y que se observará en el texto estará resaltado con respecto del resto, con un color verde.

Una de las cosas que puede ser controlada desde la interfaz del Mago de Oz, es que puedes ir al paso que desees indistintamente si has pasado por el anterior o no, a diferencia de la interfaz de Sacarino, en la que para llegar, por ejemplo, al paso 3 (Brillo de Pantalla) tienes que pasar antes por el paso 1 y por el paso 2. También se puede hacer el proceso a la inversa, como podría ser volver a un paso por el que ya se ha pasado sin que sea necesario que sea el inmediatamente anterior en el que se encuentra en ese momento o volver a la página de inicio desde cualquier punto del proceso.

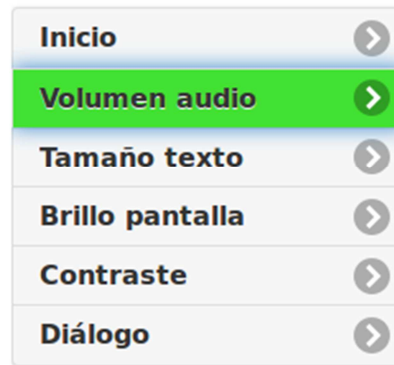
Secuencia

Figura 22. Parte superior izquierda de la interfaz del Mago de Oz

Algo a tener en cuenta es que si se pulsa en un paso en la interfaz del Mago de Oz, automáticamente ese paso aparecerá mostrado en la pantalla de Sacarino sin que el usuario que la maneje haya pulsado nada.

El segundo bloque está situado en la parte superior central, y como observamos es exactamente lo mismo que se nos muestra en la interfaz de Sacarino (ver Figura 23). La única diferencia apreciable es que la salida por pantalla de texto no se aprecia en esta parte de la interfaz del Mago de Oz. También desde aquí controlarán los botones, así como poder pulsarles cuando sea necesario, pero no tendrá ninguna prioridad con respecto el usuario, y quedará señalados en los resultados ambas interacciones en el caso de que se pulse prácticamente a la vez.

Pantalla actual

Figura 23. Parte superior central de la interfaz del Mago de Oz

El tercer bloque está situado en la parte superior derecha de la pantalla, y se observará que lo que se muestra aquí son las ayudas disponibles para el usuario (ver Figura 24).

Observamos que hay ayudas que ya están predeterminadas, ya que estas son las más comunes, como por ejemplo pueden ser la de ayuda de avance o la ayuda de realizar la adaptabilidad (en este caso mostrado, el ajuste de volumen).

A parte de las ayudas predeterminadas existe un apartado para escribir algún tipo de ayuda que no aparece y que se pueda considerar en ese momento. Una vez escrita la ayuda, se pulsa el botón enviar, y la ayuda la recibirá el usuario en la interfaz de Sacarino.

Ayuda

SUBIR|BAJAR VOLUMEN >

Pulsa en cualquiera de estos botones para ajustar el volumen de mi voz

OK >

Cuando estés conforme con el volumen de mi voz pulsa aquí

Figura 24. Parte superior derecha de la interfaz del Mago de Oz

En las opciones predeterminadas, cuando se pulsan aparecerán unas animaciones, como por ejemplo en la ayuda al pulsar un botón, se sombreadá toda la pantalla excepto la parte del botón al pulsar y además aparecerá un dedo señalando el botón mencionado y escribirá la ayuda puesta en la opción. En la ayuda que se puede escribir, no saldrá la animación, pero si el pop-app con lo que escribas, con el resto sombreado.

Una vez vista la parte superior de la interfaz del Mago de Oz se pasará a explicar la parte central, donde se observa que hay tres líneas para texto (ver Figura 25). En esta parte lo que se mostrarán son los resultados de la experimentación y se muestran por pantalla únicamente los tres últimos resultados recogidos, aunque obviamente se almacenan todos durante el experimento, para su posterior análisis.

Timestamp	Entrada/salida	Tipo	BotUfmmfth>	Pantalla	Texto	ParUfmmfthros
11:35:49	web	IR_PANTALLA DECIR		QuestVolumenFragment	¿Me escuchas bien con este volumen, o prefieres más alto o más bajo?.	
11:35:49	PUBLICADO	IR_PANTALLA DECIR		QuestVolumenFragment	¿Me escuchas bien con este volumen, o prefieres más alto o más bajo?.	type=1 time_speech=5000 shc
11:35:47	web	IR_PANTALLA DECIR		QuestTamanoLetraFragment	Muy bien, lo recordaré. Ahora vamos a ajustar el tamaño del texto.	

Figura 25. Parte central de la interfaz del Mago de Oz

Los resultados que se muestran en esta parte son los siguientes: la pantalla en la que se encuentra el usuario, los botones que se han pulsado, las respuestas por reconocimiento de voz que da Sacarino y su texto, el reconocimiento de voz que se realiza al usuario, el lugar donde aprietan cada botón...

Además en cada acción estará representada la hora exacta de interacción de la forma: hh:mm:ss.

Con todos estos datos se podrá comprobar, por ejemplo: cuantas veces pulsan un botón en un determinado periodo de tiempo, si al usuario se le olvida pulsar algún botón, cuantas veces requiere de ayuda, cuanto puede durar el experimento para un único usuario, en qué lugares es más recurrente que un usuario pulse los botones, que pasos les requiere mayor tiempo, y por consiguiente mayor dificultad, si ha reconocido correctamente las frases el robot social o están incompletas, en que pasos utiliza el reconocimiento de voz y en cual decide utilizar los botones...

Finalmente se pasará a la parte inferior de nuestra interfaz, en la que también se dividirá en bloques para explicarlo en su situación gráfica, aunque estén relacionados en la aplicación.

Esta parte de la interfaz del Mago de Oz tendrá que ver con la relacionada con el diálogo entre Sacarino y el usuario (ver Figura 26).

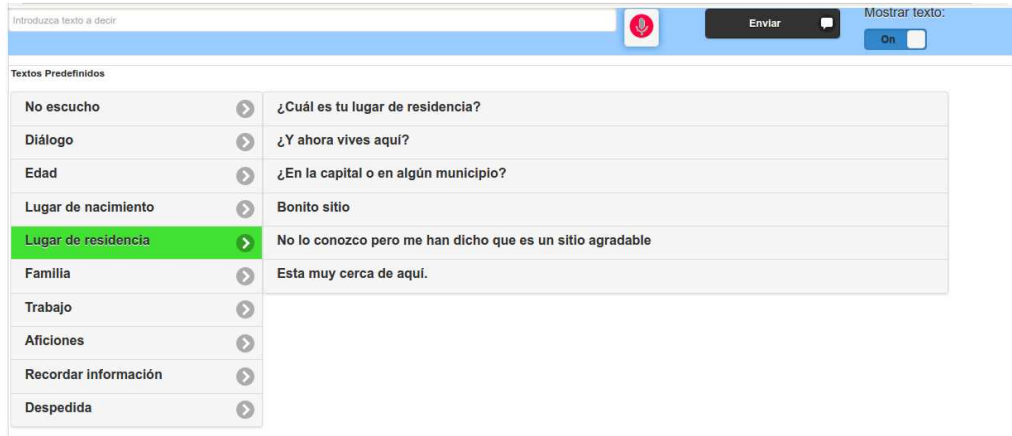


Figura 26. Parte inferior de la interfaz del Mago de Oz

El primer bloque estará situado en la parte inferior izquierda de la interfaz, y constará de las opciones de diálogo que puede utilizar Sacarino (ver Figura 27). Hay opciones que se pueden utilizar en cualquiera de los pasos que deseemos, y que sirven para indicar que te repita alguna respuesta, para saludar o mensajes de despedida.



Figura 27. Parte inferior izquierda de la interfaz del Mago de Oz

El funcionamiento será simple, se podrá seleccionar un tema principal y a continuación aparecerá un segundo bloque donde aparecerán las preguntas concretas que se pueden hacer al usuario.

Para ver cuál de las opciones está seleccionada tendrá en un fondo verde, con lo que se podrá ver a simple vista.

El segundo bloque que estará en la parte inferior central, constará de las preguntas que se pueden hacer en cada caso al usuario (ver Figura 28). Las preguntas estarán preseleccionadas en cualquiera de los casos citados del primer bloque y se utilizará, la que se desee. También se han incorporado las posibles respuestas de Sacarino más comunes a cada tema correspondiente.

No escucho	➤	¿Cuál es tu lugar de residencia?
Diálogo	➤	¿Y ahora vives aquí?
Edad	➤	¿En la capital o en algún municipio?
Lugar de nacimiento	➤	Bonito sitio
Lugar de residencia	➤	No lo conozco pero me han dicho que es un sitio agradable
Familia	➤	Esta muy cerca de aquí.
Trabajo	➤	

Figura 28. Parte inferior central de la interfaz de Mago de Oz

En este caso también tenemos un apartado para escribir una pregunta que no salga dentro de las preseleccionadas. Se encuentra justo encima de los bloques de la parte inferior y debajo de las tres líneas de resultados (ver Figura 29).



Figura 29. Parte correspondiente a la salida de texto de la interfaz del Mago de Oz

La razón de que no esté dentro de los bloques a los que corresponde, es que se puede formular la pregunta que se desee sin necesidad de seleccionar ningún apartado, de hecho se puede tener un apartado abierto y escribir una pregunta que corresponda a otro, como por ejemplo sería tener el apartado de diálogo abierto y una vez terminado, escribir un mensaje de despedida sin necesidad de abrir su apartado para seleccionar el mensaje predeterminado.

Esta opción permite mostrar o no el texto en la interfaz de Sacarino poniendo el marcador que aparece en la figura en on si se desea que se vea el texto, o en off si no se quiere que se vea.

Además de escribirlo, también permite al operario hacerlo mediante reconocimiento de voz por medio de un micrófono. Como se puede observar en la Figura 29, junto a la barra de escritura de texto, aparece un símbolo con un micrófono. Pulsándolo aparecerá este símbolo de color rojo (ver Figura 30), lo que indicará que el Mago de Oz está reconociendo la voz del operario para enviar el mensaje.

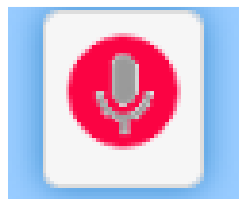


Figura 30. Reconocimiento de voz activo para el operario del Mago de Oz

Una vez enviado el mensaje quedará reflejado en la parte de recogida de datos (ver Figura 25), tanto si es mediante reconocimiento de voz o por medio de texto escrito.

En esta parte de diálogo, como ya se ha comentado, consistirá en intentar rellenar la ficha de usuario creada. Para ello se ha creado una ventana emergente en la parte superior derecha de la interfaz del Mago de Oz (ver Figura 31), donde se podrá introducir la información facilitada por el usuario.

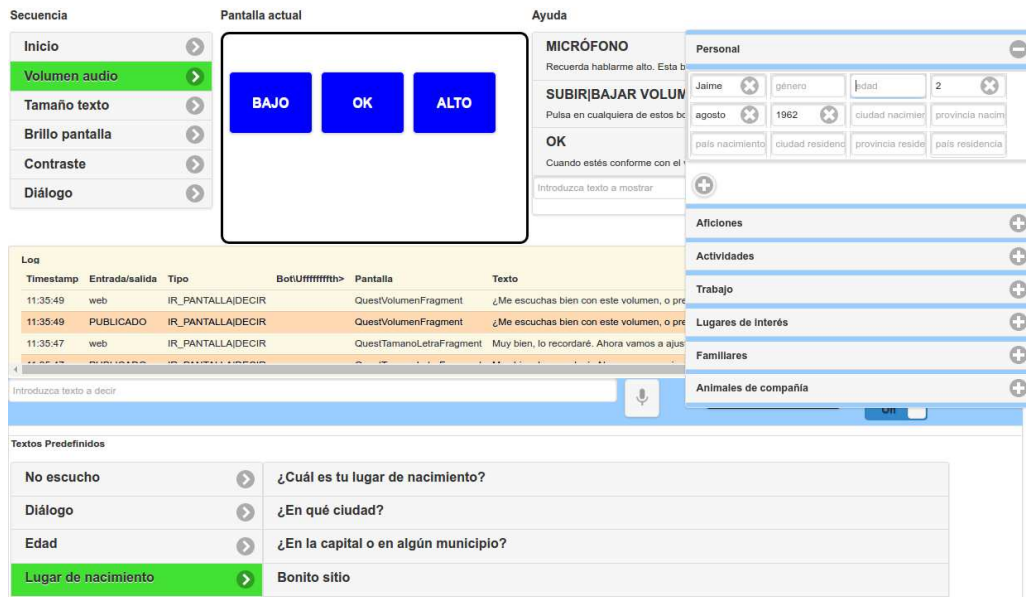


Figura 31. Interfaz del Mago de Oz con la ventana de la ficha de usuario

La información se deberá introducir en la categoría que le corresponda en cada caso y se almacenará también al final de la interacción.

Finalmente habrá una opción para ver el video de la interacción entre el robot y el usuario, que se encontrará en la parte superior derecha de la pantalla (junto a la parte de la ficha de usuario), mediante un logotipo de una cámara de video (ver Figura 32).

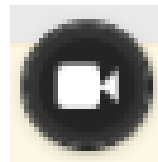


Figura 32. Icono del video en la interfaz del Mago de Oz

La principal función de hacer un video sobre la interacción es ver cómo reaccionan realmente ante la interfaz, ver si los usuarios dudan a la hora de apretar alguna opción, si hablan sin que Sacarino les reconozca o incluso si seleccionan una opción y la interfaz no es capaz de reconocerlo en el apartado de resultados.

Una vez termine la interacción (incluido el cuestionario) todos los datos serán guardados para su posterior análisis y extracción de conclusiones.



4.3.- Resultados experimentales y conclusiones.

Con todo el contenido de la prueba explicado, y sabiendo cómo funciona la interfaz del Mago de Oz, lo siguiente será proceder a realizar pruebas experimentales con usuarios.

La prueba o experimento que se decidió hacer fue en la misma oficina donde se desarrolla Sacarino, con empleados de la Fundación Cartif. Lejos de obtener resultados similares a los que se podrían obtener en una residencia o en un centro para la tercera edad, ya que el personal está familiarizado con la tecnología y es posible que hayan visto el desarrollo, incluso han participado de forma activa en el mismo, es más una toma de contacto de lo que puede ser el robot en funcionamiento.

Uno de los objetivos de esta prueba ha sido observar el funcionamiento del robot social, si todo se habitúa a las condiciones que definimos, ver fallos que se pueden producir y que no se hubiera tenido en cuenta en el diseño o fallos que inicialmente no eran tenidos en cuenta, pero en el entorno en el que va a trabajar podrían ser de suma importancia.

Otra cosa importante que se extraerá será la dificultad de la utilización. Ya se ha hablado anteriormente de que los empleados que se van a someter a la experimentación están familiarizados con este tipo de tecnología, si supone algún paso una dificultad para ellos o tienen cierta frecuencia de fallos en algún aspecto en concreto sería necesario cambiar o modificar ese paso o aspecto, antes de introducirlo en pruebas para personas de la tercera edad que seguramente tendrán más problemas para la utilización de este tipo de tecnología.

Finalmente, otro de los objetivos también será la evaluación del diálogo desarrollado para obtener la información de la ficha de usuario. Se podrá observar si ese diálogo es el adecuado, que cambios se deberían dar, que opciones se podrían añadir...

Se hicieron pruebas a distintos usuarios y todos los datos recogidos durante la interacción están recogidos como parte del proyecto.

Lo primero que se observa en el experimento, es el comienzo de la interacción y los pasos previos al diálogo. Las primeras muestras indican un



manejo fluido y sin problemas sin necesitar apenas ayudas, por parte de los usuarios, así como el de la pantalla táctil que no presentaba fallos.

Uno de los primeros fallos que se observan es cuando el robot activa la salida de voz, ya que una imagen que se pone de fondo en la interfaz se deforma esos instantes, volviendo a su forma original cuando la salida de voz de Sacarino termina. Este fallo no supone ningún problema desde el punto de vista de la interacción, pero puede ser bastante molesto para el usuario, ya que mientras escucha, la mayoría de las veces está mirando la pantalla.

En cuanto al reconocimiento de voz, se han dado situaciones en las que no era capaz de reconocer al usuario o bien porque este no hablaba lo suficientemente alto, o bien porque Sacarino no captaba en ese momento de la interacción. Para ello basto la mejora del micrófono incorporado, cambiándolo por uno de mejor calidad.

También había situaciones en que el usuario “pisaba” a Sacarino cuando este hablaba, es decir, respondía cuando Sacarino no había terminado de realizar la pregunta, lo que hacía que el reconocimiento de voz no fuese capaz de obtener la información que el usuario daba. Esta situación hace que la información no quede registrada en los datos que se almacenan para el análisis, siendo necesario recurrir al video para saber cuál era la respuesta.

Además de los problemas que se citan anteriormente, también se detectó en el caso de que la frase era demasiado larga, no la reconoce por completo, siendo recortada en ocasiones y quedando sin sentido la respuesta dada por parte del usuario.

Dentro de los botones, también había ocasiones en las que el usuario hablaba y se quedaba pulsando el botón de la selección que quería realizar. En este caso se podía doblar la información si el robot era capaz de realizar el reconocimiento. Por lo demás no hubo demasiado problema a la hora de que los usuarios utilizaran los botones.

Sobre el contenido del diálogo, a veces resultaba demasiado genérico para responder con una frase lo suficientemente corta, en la que el usuario expresara sus gustos o preferencias, siendo complicado extraer alguna información para en un futuro la introducción de alguna aplicación más al robot. Una solución a tener en cuenta fue la búsqueda de preguntas más



concisas, y hablar de temas más variados dentro de las aficiones o las actividades que se desarrollan a lo largo del día.

Esto último se incorporará en el chatbot que se realizará a continuación de este paso del proyecto.



CAPÍTULO 5.

SISTEMA DE GESTIÓN DE DIÁLOGO





5.- Sistema de gestión de diálogo.

Con los resultados experimentales anteriores y los datos obtenidos, lo siguiente será la elaboración de un diálogo básico para que el robot sea capaz de manejar independientemente la información que el usuario le va introduciendo así como interactuar sin la necesidad de que un operario le controle remotamente. A este diálogo independiente se le denomina chatbot.

Se explicará a partir de que programas se puede elaborar, la forma de proceder, como se va a manejar esa información, la creación del diálogo y sus pasos, además del trabajo futuro de mejora del chatbot.

5.1.- Programas utilizados

Se realizó una búsqueda de programas que fueran capaces de realizar un chatbot, además de poder incorporarlo al sistema operativo que se utiliza en Sacarino.

El programa escogido en este caso es el AIML. El AIML [22] o Artificial Intelligence Markup Language es un lenguaje de programación basado en XML. Fue diseñado para ayudar en la creación de la primera entidad chatbot informática de lenguaje artificial online o A.L.I.C.E., en sus siglas en inglés: Artificial Linguistic Internet Computer Entity Chatterbot ((en inglés) Alice). El lenguaje de programación AIML fue desarrollado por el Dr. Richard Wallace y la comunidad de código abierto Alicebot, siendo ganadores de diferentes certámenes de chatbots.

Para la implementación de AIML, se hará mediante Python. El código abierto de AIML será el “cerebro”, que se introducirá como librería en Python, y a partir del cual se podrá iniciar la programación del diálogo.

Inicialmente se tendrá una ventana de arranque con extensión xml, donde indicará el lugar donde se encuentran esas librerías o cerebro y una parte donde se indicarán un determinado número de programas con extensión aiml, donde se encuentran la programación del diálogo deseado (ver Figura 33):

```
1 <aiml version="1.0">
2
3 <!-- This category works with the Standard AIML Set -->
4 <category>
5 <pattern>LOAD AIML B</pattern>
6 <template>
7
8 <!-- Parte del dialogo -->
9 <learn>mio/nuevo1.aiml</learn>
10 <learn>mio/lectura.aiml</learn>
11 <learn>mio/cine.aiml</learn>
12 <learn>mio/animales.aiml</learn>
13 <learn>mio/pintura.aiml</learn>
14 <learn>mio/musica.aiml</learn>
15 <learn>mio/tele_radio.aiml</learn>
16 <learn>mio/deportes.aiml</learn>
17 <!--<learn>mio/basic_chat.aiml</learn>
18 <learn>mio/prueba.aiml</learn-->
19
20 </template>
21 </category>
22
23 </aiml>
```

Figura 33. Ejemplo de arranque de AIML

Una vez creada la parte de arranque, se podrá comenzar a programar el diálogo. La utilización de AIML es bastante simple comparado con otros tipos de lenguajes de programación. A continuación se mostrarán unas nociones básicas para saber una parte de AIML. Partiendo de un ejemplo que se muestra en la figura 34, se observa lo siguiente:

```
<aiml>
  <category>
    <pattern> HOLA SACARINO </pattern>
    <template>
      Hola Usuario!
    </template>
  </category>
</aiml>
```

Figura 34. Ejemplo de diálogo con AIML

Se observan, aun sin saber programarlo, que el usuario ha dicho “Hola Sacarino”, y el robot le ha respondido “Hola Usuario”, pero para saber realizar un archivo AIML se necesitan definir las opciones o etiquetas que vienen en azul en la figura anterior. Por lo tanto estas opciones significan lo siguiente:

- **<aiml>**: Define el principio y el final de un documento AIML.
- **<category>**: Define la unidad de conocimiento, que hay dentro del cerebro de AIML.
- **<pattern>**: Define el patrón para que coincida con lo que el usuario introduce en el chatbot.
- **<template>**: Define la respuesta que da el bot al usuario.

Para dar por concluida cualquiera de estas etiquetas, se debe de poner la misma etiqueta, solo que con una barra inclinada ante el signo de menor que y las letras. Por ejemplo como se observa en la figura 34, para abrir el documento se utiliza `<aiml>`, y para cerrarlo se utiliza `</aiml>`. El funcionamiento para el resto de etiquetas es completamente análogo.

Algo a tener en cuenta a la hora de programarlo, es que para la introducción de palabras por medio del usuario, deben ser en mayúsculas (lo que se introduce entre la etiqueta de `<pattern>`).

Si por ejemplo se desea que Sacarino tenga diferentes contestaciones para que no sea repetitivo se podrán añadir las siguientes etiquetas:

- **<random>**: Define la aleatoriedad de diferentes respuestas que da el bot.
- ****: Define cada una de las respuestas que puede dar el `<random>`.

Siguiendo con el mismo ejemplo anterior, en la Figura 35, se observa un ejemplo con respuestas aleatorias:

```
<aiml>
  <category>
    <pattern> HOLA SACARINO </pattern>
    <template>
      <random>
        <li>Hola Usuario</li>
        <li>Hola, ¿Cómo estás?</li>
        <li>Hola, Qué bueno hablar contigo otra vez</li>
      </random>
    </template>
  </category>
</aiml>
```

.Figura 35. Ejemplo de respuestas aleatorias en AIML

En este caso una vez que el usuario diga “Hola Sacarino”, el robot le podrá responder cualquiera de estas 3 respuestas, evitando, como se ha dicho anteriormente, la repetitividad en las respuestas.

Una cosa importante será reducir y ordenar la parte de la programación ya que se podría manejar gran cantidad de código. Para ello también se pueden introducir etiquetas que lo faciliten. Por ejemplo en preguntas que son muy parecidas pero que solo cambia una parte pequeña de ella. En este caso se utiliza un operador que es capaz de reconocer cualquier palabra o palabras introducidas: el operador *. Con él se introduce una nueva etiqueta, para que dependiendo de la pregunta hecha por el usuario se pueda responder adecuadamente. Las siguientes etiquetas están definidas de la siguiente manera:

- **<star>**: Esta etiqueta se utiliza para que coincida con el carácter comodín *, dentro de la etiqueta <pattern>.
- **<srai>**: Etiqueta multiusos, utilizada para llamar o combinar otras categorías.

A continuación se mostrarán ejemplos de utilización de las etiquetas anteriores tanto por separada como juntas.

Inicialmente en la figura 36, se observará la utilización de la etiqueta comodín:

```
</category>
<category>
  <pattern> ME GUSTA EL * </pattern>
  <template>
    A mi también me gusta el <star/>
  </template>
  <pattern> ME GUSTAN LAS * </pattern>
  <template>
    A mi también me gustan las <star/>
  </template>
</category>
</aiml>
```

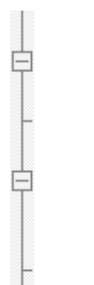
Figura 36. Ejemplo de utilización del comodín en AIML

Un ejemplo de interacción da la figura 36 que se podría dar con el código dispuesto sería:

- Usuario: Me gusta el robot.
- Robot: A mí también me gusta el robot.
- Usuario: Me gustan las naranjas.
- Robot: A mí también me gustan las naranjas.

Como se ha mencionado, la palabra que introduce el usuario y que es sustituida por el comodín, y ésta a su vez se introduce en la respuesta, en el lugar donde esté la etiqueta `<star/>`.

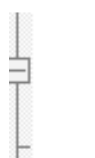
Un ejemplo de utilización de la etiqueta multiusos `<srai>` sería el siguiente. Inicialmente se crean las categorías a las que se quiere llegar a parar con la etiqueta, como por ejemplo (ver Figura 37):



```
<pattern> QUIEN ES SALVADOR DALI </pattern>
<template>
  Es un conocido pintor español
</template>
<pattern> QUIEN ES ELON MUSK </pattern>
<template>
  Es un ingeniero sudafricano cofundador
  de PayPal o Tesla entre otros
</template>
```

Figura 37. Ejemplo de creación de categorías para variable multiusos en AIML

Una vez que se tengan puestas las categorías a donde se desea llegar, lo siguiente será crear una categoría genérica con `<srai>` (ver Figura 38):



```
<pattern> SABES QUIEN ES * </pattern>
<template>
  <srai>QUIEN ES <star/></srai>
</template>
```

Figura 38. Ejemplo de categoría genérica con etiqueta multiusos en AIML

Finalmente si se juntan ambos se obtiene lo siguiente (ver Figura 39):

```
<aiml>
  <category>
    <pattern> SABES QUIEN ES * </pattern>
    <template>
      <srai>QUIEN ES <star/></srai>
    </template>
    <pattern> QUIEN ES SALVADOR DALI </pattern>
    <template>
      Es un conocido pintor español
    </template>
    <pattern> QUIEN ES ELON MUSK </pattern>
    <template>
      Es un ingeniero sudafricano cofundador
      de PayPal o Tesla entre otros
    </template>
  </category>
</aiml>
```

Figura 39. Ejemplo de utilización de variable multiusos en AIML

Un ejemplo de interacción en este caso sería:

- Usuario: ¿Sabes quién es Elon Musk?
- Robot: Es un ingeniero sudafricano, cofundador de PayPal o Tesla entre otros.
- Usuario: ¿Sabes quién es Salvador Dalí?
- Robot: Es un conocido pintor español.

De esta forma se podrían introducir gran cantidad de respuestas partiendo de una genérica, ayudando a reducir la gran cantidad de categorías que se podrían crear.

Lo siguiente que se mostrará serán etiquetas de variables predefinidas por el programador, que servirán para almacenar determinada información durante la interacción. Las etiquetas son las siguientes:

- **<set>**: Etiqueta para obtener información.
- **<get>**: Etiqueta para devolver información.

Un ejemplo de utilización puede ser el siguiente (ver Figura 40):

```
<aiml>
  <category>
    <pattern>YO SOY * </pattern>
    <template>
      Hola <set name="username"> <star/>! </set>
    </template>
  </category>
  <category>
    <pattern>BUENAS NOCHES</pattern>
    <template>
      Adiós <get name="username"/> Gracias por la conversación!
    </template>
  </category>
</aiml>
```

Figura 40. Ejemplo de utilización de variables almacenadoras de información en AIML

La interacción que tendría lugar sería la siguiente:

- Humano: Yo soy Enrique
- Robot: Hola Enrique
- Humano: Buenas Noches
- Robot: Adiós Enrique. Gracias por la conversación.

Este tipo de etiquetas son de gran utilidad, ya que son capaces de recordar determinadas variables introducidas a lo largo de toda interacción, para luego ser utilizadas en otra parte sin necesidad de que el usuario le repita de nuevo lo dicho anteriormente.

Finalmente la última parte de esta introducción básica a la programación en AIML, será la introducción de temas. La introducción de estas variables ayudará a separar diferentes temas, y da facilidades tanto a la hora de tener más opciones en el diálogo, como de tenerlo más ordenado. Respecto a las facilidades que da, una vez dentro de un tema, no interaccionara con el resto de la programación, por lo que permite repetir preguntas o respuestas sin el peligro de que se “acoplen”, además de hacer preguntas específicas sobre el tema en concreto. Al igual que no puede salir del tema si no se desea, tampoco se entrará en el de la misma manera, por lo que se evita el mismo problema de acople en las dos direcciones.

La etiqueta utilizada en este caso es la siguiente:

- **<topic>**: Etiqueta de introducción a un tema específico.

Un ejemplo de programación de este tipo de temas sería el siguiente (ver Figura 41):

```
<aiml>
  <category>
    <pattern>HABLEMOS SOBRE CINE</pattern>
    <template>Si, hablemos de <set name="topic">cine</set></template>
  </category>
  <topic name="cine">
    <category>
      <pattern> * </pattern>
      <template>Viendo un buena pelicula refrescaré mi memoria.</template>
    </category>
    <category>
      <pattern> A MI ME GUSTA LA COMEDIA </pattern>
      <template>A mi me gustan las peliculas de comedia también.</template>
    </category>
  </topic>
</aiml>
```

Figura 41. Ejemplo de utilización de temas en AIML

La interacción sería:

- Humano: Hablemos de cine.
- Robot: Si, hablemos de cine.
- Humano: A mí me gusta la comedia.
- Robot: A mí me gustan las películas de comedia también.
- Humano: ¿Te gustan los Monty Python?
- Robot: Viendo una buena película refrescaré mi memoria.

Dentro de un diálogo elaborado, este tipo de etiquetas pueden resultar indispensables, ya que podría separar distintos temas y se podría introducir gran cantidad de información que pueda interesar al usuario. También se deberá tener en cuenta la salida de los temas, y tener cuidado con las variables comodín por el hecho de responder determinadas frases sin sentido.

Con esto se da por finalizado la introducción a la programación en AIML, si se desea profundizar más, se podrá consultar una guía más completa sobre este tipo de programación en la siguiente página web:

<http://www.w3ii.com/es/aiml/default.html>

5.2.- Forma de proceder y diálogo incorporado

El chatbot que se introducirá tendrá mucho que ver con la ficha usuario desarrollada para extraer la información del usuario, aunque se le incorporarán más opciones de diálogo, pero la base será la misma.

Las partes del chatbot que se incorporarán serán las siguientes:

- Comienzo de interacción y presentación.
- Ajuste de volumen.
- Ajuste de tamaño de letra.
- Ajuste de brillo.
- Ajuste de tipo de letra.
- Diálogo.
 - Nombre.
 - Fecha y lugar de nacimiento.
 - Lugar de residencia.
 - Aficiones.
 - ❖ Cine.
 - ❖ Arte.
 - ❖ Animales.
 - ❖ Deportes.
 - ❖ Música.
 - ❖ Televisión y radio.
 - ❖ Lectura.
 - Trabajo.
 - Viajes.
 - Preguntas Finales.
- Final de interacción.

Para el desarrollo y entendimiento del funcionamiento del diálogo, se han incorporado unos diagramas de flujo, donde se explica perfectamente los pasos que sigue en cualquiera de sus fases. Tanto los diagramas de flujo como el código AIML del diálogo están introducidos en el Anexo II del proyecto.

En la parte inicial del diálogo, lo primero que hace es preguntar el nombre, y dependiendo de que si es un nombre conocido (que ya ha tenido una interacción con ese usuario) o desconocido (no ha tenido interacción con el usuario) dará una serie de respuestas u otras. A partir del nombre, podrá obtener como conocimiento secundario el género del usuario, y no será



necesario preguntárselo. Una vez extraída esta información satisfactoriamente, se podrán hacer determinados tipos de preguntas relacionadas con esta parte o pasar a otro tema.

Otro ejemplo sería cuando se le pregunta al usuario la fecha de nacimiento. Aquí el conocimiento primario que se va a obtener será el día, el mes y el año de su nacimiento, con esto se sabe la edad que tiene como conocimiento secundario. El funcionamiento es básicamente el mismo, si la fecha de nacimiento es conocida se pasa directamente a hacer preguntas o dar curiosidades sobre esta información o pasar a otro tema. Si por el contrario faltaría alguna opción o todas de extraer la información (día, mes y/o año) se insistiría en intentar obtenerla.

En la parte de aficiones, habrá diferentes tipos de opciones sobre las que el usuario tendrá interacción con Sacarino. Al usuario se le preguntará si le gusta o no ese tipo de afición, si la respuesta es negativa pasa directamente a otro tema, si en cambio es afirmativa, le hace un número pequeño de preguntas sobre ese tema específico. También se le preguntarán sus aficiones preferidas, y en caso de que no estén se almacenará la información pertinente y si está se accederá a las preguntas sin necesidad de que Sacarino le pregunte si le gusta ese tema. La extracción de información en este caso será sobre los gustos o intereses del usuario, como por ejemplo podría ser que género de cine es su favorito, que libros ha leído recientemente o si tiene o desea tener mascota. En esta parte se incorporó una nueva función del AIML modificando su cerebro. Consiste en introducir en un archivo de texto las partes de la que está compuesto el tema. Por ejemplo si se realiza una pregunta al usuario de que deporte le gusta, el usuario contestará un deporte en concreto, y se repasará un archivo de texto con todos los deportes incluidos para chequear la información dada. Si el deporte está contenido dentro del archivo de texto, se le responderá normalmente, si no lo está se le dirá al usuario que no se le ha entendido. Esto se ha introducido para evitar incongruencias a la hora de introducir la información y su posterior tratamiento.

Obviamente durante todo el diálogo, se realizará un contador en cualquiera de las fases para no estar repitiendo un y otra vez la misma pregunta o bien porque el usuario no está interesado en dar esa información o bien porque el robot no es capaz de reconocer la voz del usuario.



Finalmente se le harán una preguntas finales sobre la usabilidad técnica y social de Sacarino (las mismas que en la ficha usuario) y se pondrá fin a la interacción.





CAPÍTULO 6.

ESTUDIO ECÓNOMICO





6.- Estudio económico.

6.1.- Introducción

En el presente capítulo se realizará un estudio del coste económico que supone la realización del proyecto desarrollado.

Hasta este momento se ha estudiado la viabilidad de este proyecto desde un punto de vista técnico, es decir, si cumple o no el objetivo marcado desde el comienzo. Habiendo concluido este punto, queda pendiente comprobar la viabilidad económica del mismo.

En los siguientes apartados se estudiarán por separado costes directos e indirectos y finalmente se mostrarán los costes totales del proyecto.

6.2.- Recursos empleados

A continuación se muestra un resumen de los recursos hardware y software empleados en el desarrollo del proyecto. Es importante tener en cuenta únicamente la amortización del material durante el período de tiempo que ha sido utilizado en el proyecto, para calcular el coste real.

- Software:
 - Sistemas operativos: Windows 7 Professional y Android.
- Hardware:
 - Ordenador portátil: Acer Aspire V3-571G (8GB RAM).
 - Tablet - Asus ZenPad 10, Quad Core, 16GB, 1GB RAM
- Material ofimático:
 - Libros de Consulta.
 - Material de papelería.
 - Otros consumibles.

6.3.- Costes Directos

En cuanto a los costes directos, se evaluarán:

- Coste del personal.
- Costes amortizables de programas y equipos.
- Costes de materiales directos empleados.

6.3.1.- Costes del personal

La realización del presente proyecto ha sido llevada a cabo por un ingeniero encargado del diseño y puesta a punto de la interfaz y del desarrollo del diálogo.

Se calcula el coste anual para un ingeniero para posteriormente adecuarlo al número de horas trabajadas por el mismo. Este coste anual incluye:

- Sueldo bruto anual, así como los posibles incentivos por su trabajo.
- Cotización a la Seguridad Social, que es un 35% del sueldo bruto.

Teniendo en cuenta esto, el coste anual del ingeniero será:

COSTE ANUAL	
Sueldo bruto más incentivos	27.000,00 €
Seguridad Social (35% sueldo bruto)	9.450,00 €
Coste total	36.450,00 €

Tabla 8.1 – Coste anual del personal

Se calcula a continuación una estimación de los días efectivos trabajados al año:

DÍAS EFECTIVOS POR AÑO	
Año medio	365,25 días
Sábados y Domingos	-104,36 días
Días de vacaciones efectivos	-20,00 días
Días festivos reconocidos	-15,00 días
Días perdidos estimados	-5,00 días
Total días efectivos estimados	220,89 días

Tabla 8.2 – Días efectivos por año

Conociendo ya el número total de días efectivos de trabajo, y que la jornada laboral es de 8 horas, obtenemos el total de horas efectivas de trabajo:

$$220,89 \text{ días/año} \times 8 \text{ horas/día} = \mathbf{1.767,12 \text{ horas/año}}$$

El coste por hora de un ingeniero se calcula como la división del sueldo anual entre las horas efectivas trabajadas al año:

$$\frac{\text{Coste}}{\text{hora}} = \frac{36450 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{1.767,12 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} = 20,63 \text{ €/hora}$$

En la siguiente tabla (Tabla 8.3) se muestra una distribución temporal aproximada del trabajo empleado por ambos ingenieros para el desarrollo del proyecto:

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE TRABAJO	
Formación y documentación	100 horas
Estudio del problema	150 horas
Desarrollo de la aplicación	150 horas
Puesta a punto del sistema	100 horas
Elaboración de la documentación	350 horas
Total de horas empleadas	650 horas

Tabla 8.3 – Distribución temporal de trabajo

El coste personal directo es calculado como la multiplicación de las horas y el coste efectivo de una hora de trabajo del ingeniero:

$$650 \text{ horas} \times 20,63 \text{ €/hora} = 13.409,50 \text{ €}$$

COSTE PERSONAL DIRECTO	13.409,50 €
-------------------------------	--------------------

6.3.2.- Costes de amortización de programas y equipo

Para el cálculo de estos costes se debe realizar previamente la inversión total y calcular la amortización lineal correspondiente según los criterios aconsejados por la ley. En este apartado se estudiarán tanto los costes de la amortización del material de oficina como los costes de amortización de los equipos.

Se estima como tiempo de amortización un periodo de unos 5 años, ya que es el considerado como vida útil del material informático. De forma que al calcular el coste hay que multiplicar por un factor de [p.ej. 0.2 para 1 año] los precios mostrados.

MATERIAL	IMPORTE (aprox.)	AMORTIZACIÓN 20.00 %
Sistema operativo Windows 10	251,10 €	50,22 €

Sistema operativo Android	0,00 €	0,00 €
Paquete ofimático Microsoft Office 2010	149,00 €	29,80 €
Paquete ofimático Python 2.7	0,00 €	0,00 €
Ordenador Acer Aspire V3-571G	600 €	120,00 €
Tablet - Asus ZenPad 10, Quad Core, 16GB, 1GB RAM	149,00 €	29,8 €
Total material informática	1.149,10 €	229,82 €

Tabla 8.4 – Amortización del material informática

El coste final por hora de utilización del material es calculado mediante la división de la amortización anual entre el número de horas de uso en dichos equipos.

$$\frac{\text{Coste final}}{\text{hora}} = \frac{229,82 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{1.767,12 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \approx \mathbf{0,13 \text{ €/hora}}$$

Se considera el tiempo de uso como el tiempo total necesario para la realización del proyecto, por ser necesario en las etapas de análisis, diseño, programación y documentación. Por tanto, el coste de amortización de material será:

$$600 \text{ horas} \times 0,13 \text{ €/hora} = \mathbf{78 \text{ €}}$$

También se debe tener en cuenta el coste de papelería que se ha tenido durante el proyecto, siendo su amortización del 100%. Este tipo de material es necesario para la realización de los diferentes trabajos, tanto en la fase de desarrollo y edición, impresión de listados, manuales e informes, almacenamiento de programas y documentos, etc.

MATERIAL	IMPORTE (aprox.)	AMORTIZACIÓN 100 %
Material de papelería (cuadernos, bolígrafos...)	20,00 €	20,00 €
Impresiones de documentación	200,00 €	200,00 €
CD's	5,00€	5,00€
Total material papelería	225,00 €	225,00 €

Tabla 8.5 – Amortización del material de papelería

Finalmente el precio total del material queda de la siguiente manera:

MATERIAL	IMPORTE
Total material informática	78,00 €
Total material de papelería	225,00 €
Total material	303,00 €

COSTE DE AMORTIZACIÓN DE MATERIAL	303,00 €
--	-----------------

6.3.3.- Costes directos totales

De todos los costes obtenidos anteriormente concluimos que los costes directos totales son los derivados de la suma de los costes de personal y amortización de todo el material. Por tanto, será:

$$13.409,50 \text{ €} + 303,00 \text{ €} = 13.712,50 \text{ €}$$

COSTES DIRECTOS	13.712,50 €
------------------------	--------------------

6.4.- Costes Indirectos

Los costes indirectos son los gastos producidos por la actividad requerida para la elaboración del proyecto y que no se pueden incluir en ninguno de los gastos directos.

COSTES INDIRECTOS PARCIALES	
Dirección y servicios administrativos	150,00 €
Consumo de electricidad	180,00 €
Consumo de telefonía	25,00 €
Consumo de desplazamiento	300,00 €
Total gastos indirectos	655,00 €

Tabla 8.6 – Costes indirectos

Por tanto, los costes indirectos totales ascienden a:

COSTES INDIRECTOS	655,00 €
--------------------------	-----------------

6.5.- Costes Totales

Los costes totales son el resultado de sumar los gastos directos e indirectos, siendo el montante total para este proyecto:

COSTES TOTALES	
Costes directos	13.712,50 €
Costes indirectos	655,00 €
Coste total del proyecto	14.367,50 €

Tabla 8.7 – Costes totales

En conclusión, el coste total del proyecto asciende a la cantidad de:

COSTES TOTALES DEL PROYECTO	14.367,50 €
------------------------------------	--------------------



CAPÍTULO 7.

CONCLUSIONES DEL PROYECTO Y FUTURAS MEJORAS



Universidad de Valladolid





7.-Conclusiones del proyecto y futuras mejoras

7.1.- Conclusiones

A continuación se presentarán las conclusiones obtenidas en referencia los objetivos planteados al inicio del presente proyecto.

Respecto al desarrollo del robot social asistencial es un inicio importante respecto a la robótica social para personas de avanzada edad. Se ha realizado un robot multimodal adaptado, tanto a los usuarios como a la normativa actual.

Se han solucionado los problemas relacionados con el diseño del robot a partir de robots sociales anteriores. Éstos presentaban diferencias considerables con respecto al diseño que se quería llevar a cabo, tanto en utilización como en estructura. Aun así han servido de base para el desarrollo que se ha tenido a lo largo del proyecto, siendo un punto de partida respecto a Sacarino. También ha habido una evaluación de técnicas capaces de evaluar la interacción propuesta, mediante la búsqueda y análisis de diferentes artículos. Finalmente la técnica que se ha llevado a cabo ha sido la del Mago de Oz, tanto por los resultados obtenidos en diferentes experimentaciones, como por la forma de manejo.

Respecto al diseño de la interfaz se han tenido en cuenta, tanto la normativa vigente en este país para cualquier tipo de interfaz, como las especificaciones adecuadas para la utilización de una persona de avanzada edad con todas sus posibles complicaciones de manejo. Se hizo un análisis para que no entrara en conflicto la normativa con las especificaciones que se le incorporaron más tarde.

Dentro de esas especificaciones incorporadas, la interfaz para personas mayores es una interfaz simplificada para reducir la dificultad de funcionamiento de los usuarios, pero no por ello se ha reducido la cantidad de características que pueda disponer. Además esta interfaz tiene en cuenta todos los posibles problemas que puede tener un usuario de la tercera edad, adaptando sus características para facilitar su interacción lo máximo posible. También, y al igual que la tecnología estándar, tiene una metodología de adaptabilidad para que cada usuario pueda adecuarlo al funcionamiento más cómodo para él, seleccionando los parámetros como pueden ser el volumen, tamaño de texto o brillo, con la diferencia de que los valores predeterminados irán adaptados a un usuario de la tercera edad en vez de un usuario medio.



Para llevar a cabo todo lo anterior se ha desarrollado 5 pantallas previas al diálogo, de forma muy gráfica, con ayudas recurrentes por si presentaran alguna dificultad y siendo transmitido por Sacarino, tanto por texto como por audio.

En cuanto al desarrollo y evaluación del diálogo inicial mediante la técnica del mago de oz, se consiguió el objetivo principal que era la extracción de información del usuario. Para ello se precisó de la creación de una interfaz para controlar el mago de oz, donde se habían incluido previamente los diferentes apartados con del diálogo y se ha ido almacenando las respuestas que el usuario daba a Sacarino durante la interacción. Además del diálogo también se ha almacenado el tiempo que dura la interacción, los lugares donde pulsa durante el proceso de adaptabilidad, la cantidad de ayudas que necesita cada usuario y en qué pasos se requiere de la misma.

Con el intercambio de información se verifica una interacción correcta entre el usuario y el robot social, aun así durante las pruebas se han detectado fallos recurrentes, como es el fallo de entrada por voz del usuario. Esto ha sido debido al fallo en los micrófonos que lleva incorporados Sacarino. Otro de los fallos que también ha sido tenido en cuenta es la extensión de las respuestas que pueda dar el usuario, que en este caso ha de ser corta, ya que el reconocimiento de voz no ha sido capaz de reconocer por completo una frase larga y como consecuencia, ha quedado recortada en diversas ocasiones.

También con la evaluación de diferentes cuestionarios se han obtenido opiniones positivas de los usuarios que lo utilizaron y quedaron satisfechos con el uso que se le va a dar.

Finalmente sobre el desarrollo del chatbot, se estableció a partir del introducido en el experimento del mago de oz, se consiguió que fuese automático y mediante diferentes simulaciones se consiguió un funcionamiento correcto. Además el aprendizaje del robot es por medio de la introducción de información de los usuarios, pudiendo personalizarse en diferentes temas para cada uno.

7.2.- Futuras mejoras

Las futuras mejoras que se podrían introducir en el robot social asistencial y que no se han desarrollado en este proyecto, son las siguientes:



Introducir una mejora en el reconocimiento de voz, ya que es una parte crucial para el desarrollo de una buena interacción. Podría ser o bien con la introducción de más micrófonos en partes claves del robot (lo mejor es que estén a la altura de la boca de los usuarios) o introducir micrófonos de mayor calidad, y con ello mayor coste.

En cuanto a los experimentos realizados, hacer pruebas con personas de avanzada edad para completar una experimentación válida de la usabilidad del robot. Además, realizar experimentos para comprobar el chatbot, tanto en personas que estén relacionados con la tecnología como con personas mayores.

Sobre el chatbot, se podrían ampliar los temas dentro de la interacción, ampliar la información sobre los temas donde los usuarios hayan demostrado más interés, incluir búsquedas de información en la web que surtirían a los archivos de texto, incluir diferentes tipos de juegos para el desarrollo cognitivo de los usuarios, introducir fichas de usuario que además de carácter personales sean, por ejemplo, de carácter médico (visitas del médico, recordatorio para tomar medicamentos...). También se podría incluir algún tipo de contador interno en el que a cada usuario, particularmente, se le incitara a hablar sobre los temas con los que más se ha producido interacción y por consiguiente más interés, pudiendo así el usuario hablar de los temas que más le interesan o le gustan.





CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS





8. - Bibliografía y Referencias

- [1]. Knox, W.B., Spaulding, S., Breazeal, C.: Learning social interaction from the wizard: a proposal. In: Workshops at the Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence (2014).
- [2]. Martin, D. W. 2008. Doing psychology experiments. Cengage Learning.
- [3]. Fraser, N. y Gilbert, G. Simulating Speech Systems. En: Computer Speech and Language, No. 5, 1991.
- [4]. Riek, L. D., & Watson, R. (2010). The Age of Avatar Realism. IEEE Robotics & Automation Magazine, 17(4),37-42.
- [5]. Breazeal, C., Kidd, C. D., Thomaz, A. L., Hoffman, G., & Berlin, M. (2005). Effects of nonverbal communication on efficiency and robustness in human-robot teamwork.
- [6]. Shiarlis, K., Messias, J., van Someren, M., Whiteson, S., Kim, J., Vroon, J., Englebienne, G., Truong, K., Evers, V., Perez-Higueras, N., Perez-Hurtado, I., Ramon-Vigo, R., Caballero, F., Merino, L., Shen, J., Petridis, S., Pantic, M., Hedman, L., Scherlund, M., Koster, R., Michel, H.: TERESA: a socially intelligent semi-autonomous telepresence system.
- [7]. R. Gockley, A. Bruce, J. Forlizzi, M. Michalowski, A. Mundell, S. Rosenthal, B. Sellner, R. Simmons, K. Snipes, A. C. Schultz, and J. Wang, "Designing robots for long-term social interaction" .
- [8]. A. Bruce, I. Nourbakhsh, and R. Simmons. The role of expressiveness and attention in human-robot interaction.
- [9]. R. Simmons et al. Grace: An autonomous robot for the AAAI robot challenge. AAAI Magazine, 42:2:51 – 72, Summer 2003.
- [10]. Wolfram Burgard et al. Experiences with the interactive museum tourguide robot. Artificial Intelligence, 114(1-2):3 – 55, 1999.
- [11]. Takayuki Kanda, Takayuki Hirano, Daniel Eaton, and Hiroshi Ishiguro. Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. Human-Computer Interaction, 19:61 – 84, 2004.
- [12]. Klamer T, Allouch SB. Acceptance and use of a social robot by elderly users in a domestic environment. Proceedings of 4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, Pervasive Health, München, March 2010.



[13]. M. Heerink, B. Kröse, V. Evers and B. Wielinga, The influence of a robot's social abilities on acceptance by elderly users. Amsterdam, Hogeschool van Amsterdam, 2006.

[14]. www.nabaztag.com

[15]. Kidd CD, Taggart W, Turkle S. A sociable robot to encourage social interaction among the elderly.

[16]. Kanamori M, Suzuki M, Oshiro H, et al. Pilot study on improvement of quality of life among elderly using a pet-type robot.

[17]. Marti P, Bacigalupo M, Giusti L, et al. Socially assistive robotics in the treatment of behavioural and psychological symptoms of dementia.

[18]. M. E. Pollack, L. Brown, D. Colbry, C. Orosz, B. Peintner, S. Ramkrishnan, S. Engberg, J. Matthews, J. Dunbar-Jacob, C. McCarthy, S. Thrun, M. Montemerlo, J. Pineau, and N. Roy, "Pearl: A mobile robotic assistant for the elderly".

[19]. UNE-EN ISO 9241-20 Ergonomía de la interacción persona-sistema. Parte 20: Pautas de accesibilidad para equipos y servicios de tecnologías de información/comunicación (TIC).

[20]. S. Gil González, C. Rodríguez-Porrero, "Tecnología y personas mayores ". www.ceapat.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/reto_8.pdf

[21]. Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., et al. (2009h). Multimedia design. In W. A. Rogers & A. D. Fisk (Eds.), Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches.

[22]. Artificial Intelligence Mark-up Language (AIML) <https://es.wikipedia.org/wiki/AIML>



