



UNIVERSIDAD DE GRANADA

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

Desarrollo de sistema basado en geolocalización dirigido a personas con Alzheimer y su entorno

Desarrollo de Software

Autor

ELENA CHAVES HERNÁNDEZ

Directores

CARLOS CANO GUTIÉRREZ

CARLOS RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ



FACULTAD DE EDUCACIÓN, ECONOMÍA Y TECNOLOGÍA DE CEUTA

Granada, 15 de Junio de 2021

Dedicado a

...

Resumen

En este proyecto se procederá con el diseño y el desarrollo de un sistema basado en geolocalización dirigido a personas con Alzheimer y su entorno...

Abstract

Resumen en inglés...

Índice general

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 3 |
| Abstract | 4 |
| Lista de figuras | 7 |
| Lista de tablas | 8 |
| 1. Introducción | 9 |
| 1.1. Motivación | 9 |
| 1.2. Objetivos | 10 |
| 1.2.1. Objetivo General | 10 |
| 1.2.2. Objetivos específicos | 10 |
| 1.3. Estructura de la memoria | 10 |
| 1.4. Recursos utilizados | 11 |
| 1.5. Planificación temporal | 12 |
| 2. Estado del arte | 14 |
| 2.1. Fundamentos | 14 |
| 2.2. Análisis de sistemas existentes | 15 |
| 2.3. Análisis de aplicaciones móviles | 17 |
| 2.4. Conclusiones | 19 |
| 3. Diseño y descripción del sistema | 20 |
| 3.1. Requisitos previos | 20 |
| 3.2. Mockups | 20 |
| 3.3. Conclusiones | 20 |
| 4. Prototipos y desarrollo | 21 |
| 4.1. Prototipo 1 | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Conclusiones | 21 |
| 5. Conclusiones y mejoras futuras | 22 |
| 5.1. Conclusiones técnicas | 22 |
| 5.2. Conclusiones personales | 22 |
| 5.3. Futuras mejoras | 22 |
| 6. Conclusions and future works | 23 |
| 6.1. Technical conclusions | 23 |
| 6.2. Personal conclusions | 23 |
| 6.3. Future works | 23 |
| Bibliografía | 24 |

Índice de figuras

Índice de cuadros

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

La demencia se puede definir como el deterioro adquirido de las capacidades cognitivas que entorpece la realización satisfactoria de las actividades diarias. El principal causante de demencia, que se estima entre un 60 y un 70 por ciento, es la Enfermedad de Alzheimer (EA), una enfermedad degenerativa que se da habitualmente en pacientes mayores de 65 años. Es importante en este tipo de enfermedades considerar la poca información que se tiene sobre la enfermedad y que, hasta ahora, no tiene cura. Esto se traduce en que no sólo afecta al sujeto, sino también a sus cuidadores y familiares por el grado de dependencia y discapacidad que se puede llegar a sufrir durante la EA.[1]

En este trabajo, nos centramos en los pacientes que padecen la EA en una fase temprana y su entorno. En esta fase se observa, aparte de la pérdida de memoria reciente, episodios de ansiedad y falta de asociatividad, concentración, sueño y apetito, entre otros. Esto supone tanto para la persona que padece EA como para su entorno un aumento de responsabilidades en el cuidado, dándose una gran pérdida de autonomía en todas las partes implicadas y llegando a generar problemas graves de ansiedad y depresión.

Una plataforma de servicios orientada y creada especialmente atendiendo a las necesidades de todas las personas implicadas, puede ofrecer no sólo tranquilidad al llevar un seguimiento, monitorización o información relevante sobre la persona al cuidado, sino también una mayor autonomía. Todo esto se traduce en un aumento de la calidad de vida, en concreto, colocar un

pequeño dispositivo de localización sobre la persona que padece EA, disminuye la dependencia del sujeto. Utilizando IoT junto a elementos como una etiqueta NFC, puede ayudar a llevar a cabo tareas cotidianas, como olvidar qué comprar, que se empiezan a ver afectadas desde el inicio de la EA.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general de este proyecto es crear un sistema completo con geolocalización haciendo uso de tres dispositivos. Estos dispositivos incluyen un pequeño dispositivo hardware IoT especialmente diseñado para el proyecto a partir de componentes disponibles en el mercado, y dos terminales móviles. Con esto se pretende conseguir una mayor autonomía tanto para el paciente con Alzheimer como para sus cuidadores.

1.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este proyecto son:

- Hacer uso de los componentes hardware orientados al IoT disponibles en el mercado para construir un dispositivo que se adecúe a nuestras necesidades.
- Crear una aplicación especialmente diseñada para personas que sufren EA y su entorno.
- Unificar las tecnologías actuales para crear un sistema completo.
- Compartir con la comunidad la información, y los avances recogidos en este proyecto.

1.3. Estructura de la memoria

En este primer capítulo introductorio se exponen la motivación y los objetivos del proyecto, al igual que se los recursos utilizados y el desarrollo temporal.

En el Capítulo 2, se realiza un análisis documental sobre los fundamentos tanto teóricos como técnicos sobre los sistemas y aplicaciones existentes

cuyos objetivos se asemejan a los de este proyecto. Se concluirá con las carencias y las nuevas aportaciones para mejorar la calidad de estos sistemas y aportar un valor añadido a nuestro proyecto.

En el Capítulo 3, se establecen los requisitos previos al diseño del sistema, así como los requisitos y la arquitectura general de este. También se añade una sección donde se contemplan los distintos Mockups diseñados según las necesidades de los distintos usuarios del sistema.

A partir de lo expuesto en el Capítulo 3, se especifican en el Capítulo 4 los distintos prototipos que se han ido construyendo y desarrollando de manera incremental hasta llegar al prototipo final.

En el Capítulo 5 se hará un análisis sobre las metas y objetivos cumplidos, así como una valoración sobre algunos aspectos y enfoques futuros de cara a mejorar el sistema.

El Capítulo 6 tiene el mismo contenido que el Capítulo 5 traducido al inglés.

1.4. Recursos utilizados

Recursos software

Angular: Framework modular y escalable diseñado para el desarrollo de aplicaciones web utilizando el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador). Su lenguaje de programación es TypeScript, una ampliación de JavaScript. Versión: 8.3.25

AdobeXD: Herramienta de edición gráfica orientada a la creación de interfaces tanto web como móviles. Se utiliza para la creación de Mockups. Versión: 36.2.32.5

Node.js: Entorno de ejecución de JavaScript diseñado para la creación de aplicaciones web escalables y orientado a eventos asíncronos. En este proyecto lo utilizaremos tanto como motor JavaScript para Angular, como para crear servicios REST. Versión: 14.15.4

MySQL Server: Sistema de gestión de bases de datos relacionales usando el modelo cliente-servidor. Versión: 8.0.23

MySQL Workbench: IDE para trabajar con el sistema SQL. Versión: 8.0

JetBrains Product Pack for Students: Paquete gratuito de IDEs ofrecido a estudiantes de mano de JetBrains. Haremos uso de PyCharm y WebStorm. Versiones: 2020.3

Django: Framework de alto nivel para el desarrollo web utilizando el patrón MVC (modelo-Vista-Controlador). Desarrollado en Python, lo utilizaremos para crear servicios. Versión: 3.1.7

Python: Lenguaje de programación interpretado. Versión: 3.8.6

JavaScript: Lenguaje de programación para web.

MongoDB: Sistema de gestión de bases de datos NoSQL usando el modelo cliente-servidor orientado a documentos de código abierto. Versión: 4.4.4

Ionic: Framework para el desarrollo de aplicaciones multiplataforma. Como framework de interfaz utilizaremos Angular con motor Node.js. Versión: 6.12.4

Postman: Herramienta para hacer tests de APIs REST. Versión: 8.1.0

Mendeley Desktop: Gestor de referencias bibliográficas multiplataforma. Versión 1.19.4

L^AT_EX : Sistema de composición de textos. El editor utilizado es TeXworks y la distribución MikTeX.

git: Sistema de control de versiones distribuido. Los repositorios se localizan en GitHub. Versión: 2.28.0.windows.1

Recursos hardware

1.5. Planificación temporal

| | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
|--|---------|--|--|--|-------|--|--|--|-------|--|--|--|------|--|--|--|-------|--|--|--|
| Análisis de requisitos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estudio del software y hardware disponible | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diseño | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementación de prototipos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación y conclusiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confección de la memoria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Capítulo 2

Estado del arte

2.1. Fundamentos

Desde hace más de una década se utiliza el término eHealth consistente en, según la OMS desde 2005, “el apoyo que la utilización costoeficaz y segura de las tecnologías de la información y las comunicaciones ofrece a la salud y a los ámbitos relacionados con ella, con inclusión de los servicios de atención de salud, la vigilancia y la documentación sanitarias, así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud” [2]. Este término encaja perfectamente con nuestro proyecto, una plataforma de servicios ofrecido especialmente para atender la salud de los pacientes objetivos.

El avance en las tecnologías aplicadas a la eHealth nos lleva a otro término muy extendido y que engloba gran parte de los elementos que forman parte de nuestro día a día, el “IoT”, del inglés, “*Internet of Things*”. Este término hace referencia a la interconexión existente entre todo tipo de dispositivos, desde un sensor de movimiento o una cámara de vigilancia hasta cualquier tipo de dispositivo móvil complejo o incluso industrial, como puede ser un Smartphone.

Para realizar la conexión entre estos dispositivos que forman parte de una red entre sí y con la información con la que trabajan, están cada vez más extendidos los denominados “*microservicios*”, que dividen el software en elementos muchos más pequeños, lo que aporta una gran escalabilidad, la posibilidad de trabajar en distintos lenguajes según el servicio que se quiera ofrecer o una mayor capacidad de recuperación, ya que los microservicios

pueden trabajar de forma independiente; en contraposición, añade complejidad al diseño, ya que tienen que estar coordinados entre sí y las pruebas pueden llegar a ser algo tediosas.

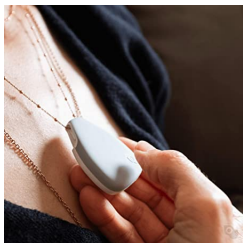
En cuanto a la tecnología actual sobre computación y almacenamiento de datos, podemos decir que el futuro es lo que conocemos como “Cloud Computing”. Actualmente, se ofrecen todo tipo de servicios en la nube a nivel computacional; lo más importante es que únicamente se paga por los recursos utilizados y te permite de manera dinámica aumentar o disminuir los servicios contratados en la mayoría de los casos.

Por otro lado, el desarrollo software se lleva a cabo actualmente a través de “Frameworks”, tanto para el desarrollo de aplicaciones como de servicios. Los más utilizados actualmente son “Ionic” y “React Native” que permiten la creación de aplicaciones multiplataforma. En cuanto a la prueba de sistemas, cada vez está más extendida la técnica de Sandwich, que supone un híbrido entre un test del sistema completo a cada componente (de arriba hacia abajo) y de cada componente hasta el sistema completo. Esta técnica persigue probar en paralelo la interfaz de usuario y los componentes software del sistema para en una etapa final, hacer pruebas sobre el sistema completo; esto permite ganar tiempo en pruebas, pero necesita bastantes drivers para las pruebas y puede tener un coste bastante elevado.

2.2. Análisis de sistemas existentes

Jiobit

Jiobit es un sistema de seguimiento en tiempo real que fue diseñado por Jhon Renaldi, que tras perder a su hijo en un parque en 2015, buscó dispositivos para localizar en tiempo real, pero no encontró ningún dispositivo “wearable” adecuado. Buscaba que fuera elegante, tuviera una batería duradera y no dependiera de un dispositivo, ya fuera por necesitar de conexión bluetooth o de cualquier otro tipo.



Aunque este dispositivo fue diseñado para su uso en niños, por su versatilidad pronto se extendió a mascotas, adultos y personas mayores. Tiene el tamaño de una galleta y dispone de un botón de alerta para avisar en tiem-

po real, el dispositivo se conecta a un servicio en la nube que a su vez conecta con los dispositivos a los que esté asociado Jio-bit.

Ventajas:

- No necesita de otro dispositivo para enviar la posición actual al servidor.
- Es ligero y fácil de colocar.
- Cuenta con un botón de aviso.
- Permite establecer sitios seguros.

Inconvenientes:

- Hay que pagar mensualmente por el servicio.
- Es fácil que el paciente se deshaga del dispositivo al ser un “wearable” bastante visible.
- Puede que se olvide la recarga del dispositivo.

Alexa Eldercare Toolbox[3]

Este sistema fue propuesto por investigadores del “Instituto Tecnológico de Stevens” en 2020, partiendo de estudios en los que la población anciana prefiere quedarse en su hogar. tomando como base el coste anual que puede suponer el cuidado de una persona mayor, se diseñó un sistema utilizando un dispositivo Amazon Echo Dot. De esta manera, también se evita el cuidado en casa, reduciendo el riesgo de contagio de COVID-19.

La potencia de este sistema es la amplia gama de necesidades que puede cubrir, algunas de las que se cubrieron con este sistema fueron: ayudar en la realización de tareas diarias a través de instrucciones, control del tiempo en la cocina, ayuda con la dieta o riesgos de caídas.

Ventajas:

- Cubre muchísimas necesidades dentro del hogar.

- Se puede configurar facilmente a través de una aplicación.
- Totalmente personalizable.
- Contacto directo en tiempo real.

Inconvenientes:

- No avisa cuando sale de casa.
- Depende de una conexión a internet.
- Puede que se olvide la recarga del dispositivo.
- Amazon Echo se debe colocar en un sitio estratégico de cada domicilio para que esté en continuo contacto.
- El paciente puede rehusarlo, puesto que es un cambio significativo para la vida cotidiana.

2.3. Análisis de aplicaciones móviles

Alzheimer Master

Esta aplicación, creada por un empresa Húngara y publicada en 2017 está disponible para Android. Su función es crear notificaciones con mensajes de voz o video personalizados y grabas la reacción de la persona afecta ante el mensaje. Su objetivo es combatir la soledad y ofrecer apoyo a la persona afectada por la enfermedad.

Existe una versión gratuita, que permite crear una notificación y una grabación con el objetivo de probar si esta se ajusta a las necesidades del usuario. En su versión de pago se eliminan las restricciones y permite conectart la aplicación con un “Android Smart Watch”, añadiendo la posibilidad de realizar acciones cuando el usuario se despierta de noche y así evitar la desorientación. Como mejora de futuro, se está trabajando en añadir una función para saber cuándo sale de casa.

Ventajas:

- Notificaciones totalmente personalizadas.
- Se puede grabar cómo reacciona a los mensajes.

- Permite bloquear la aplicación con un pin para que el afectado no pueda configurarla.

Inconvenientes:

- Hay que configurar la aplicación y ver las reacciones desde el dispositivo de la persona que la va a utilizar.
- Para funcionalidades más complejas se necesita de un dispositivo Smart Watch.
- No se puede personalizar la aplicación.
- En caso de olvidar el pin no se puede acceder a la aplicación.

Timeless

Esta aplicación, creada por Emma Yang en 2018 con tan sólo 14 años, nació con el objetivo de ayudar a su abuela. Ofrece una conexión en tiempo real entre paciente, cuidador y familia/amigos. Permite enviar fotos con etiquetas de identificación, programar eventos y, con ayuda del localizador del dispositivo, saber el tiempo, una galería de fotos de personas, la opción de identificar automáticamente a la persona a la que se le hace la fotografía desde la app y realizar llamadas a las personas que así se haya configurado.

Desde su creación, la aplicación se ha seguido desarrollando y ya se ofrece en varios idiomas para Mac, iPhone y iPad. La financiación para este proyecto que aún sigue en marcha con planes de mejora como añadir gamificación o el uso de inteligencia artificial para detectar hábitos o anomalías en el comportamiento, vino a través de la plataforma “Indiegogo”, con un presupuesto inicial de 8,837.

Ventajas:

- El cuidador es el que crea y maneja los eventos del paciente.
- Las aplicaciones están sincronizadas.
- Permite estar en total contacto con el entorno en una única aplicación.
- Utiliza Inteligencia Artificial para el reconocimiento de personas dentro del entorno a partir de una fotografía.

- Se accede a la aplicación a través de la huella digital o reconocimiento facial.

Inconvenientes:

- Únicamente está disponible para dispositivos Apple.
- Requiere un aprendizaje por parte del paciente para el manejo.
- No permite utilizar la ubicación para saber dónde se encuentra el paciente.

2.4. Conclusiones

Tras analizar múltiples sistemas de asistencia y aplicaciones disponibles diseñadas especialmente para nuestro público objetivo vemos que hay muy buenas ideas, pero que todas dependen de un dispositivo móvil o “*wearable*”. En el caso de la aplicación “Timeless” vemos resuelto ese gran problema de la comunicación simple a través de una aplicación, en la que los cuidadores manejan casi por completo toda la aplicación del paciente que sufre EA; por otro lado, Jiobit ofrece una localización en tiempo real con un dispositivo que pasa desapercibido y Alexa se puede utilizar para establecer rutinas. Cada uno de los sistemas y aplicaciones vistos están diseñados con un objetivo específico que cumplen con creces, pero ninguno de ellos hace un uso unificado de todas las tecnologías, lo que podría solventar muchas deficiencias que tienen cada uno de ellos con respecto a los otros para solucionar nuestro problema.

Capítulo 3

Diseño y descripción del sistema

3.1. Requisitos previos

3.2. Mockups

3.3. Conclusiones

Capítulo 4

Prototipos y desarrollo

4.1. Prototipo 1

4.2. Conclusiones

Capítulo 5

Conclusiones y mejoras futuras

- 5.1. Conclusiones técnicas
- 5.2. Conclusiones personales
- 5.3. Futuras mejoras

Capítulo 6

Conclusions and future works

- 6.1. Technical conclusions
- 6.2. Personal conclusions
- 6.3. Future works

Bibliografía

- [1] BARRERA LÓPEZ, F. J., LÓPEZ BELTRÁN, E. A., BALDIVIESO HURTADO, N., MAPLE ALVAREZ, I. V., LÓPEZ MORAILA, M. A., MURILLO BONILLA, L. M., BARRERA-LOPEZ, F. J., LÓPEZ BELTRÁN, E. A., BALDIVIESO HURTADO, N., MAPLE ALVAREZ, I. V., LÓPEZ MORAILA, M. A., AND MURILLO-BONILLA, L. M. Diagnóstico Actual de la Enfermedad de Alzheimer. *Revista de Medicina Clínica* 2, 2 (2018), 57–73.
- [2] ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. 58^a Asamblea Mundial de la Salud. *58^a Asamblea Mundial de la Salud* (2005), 102–105.
- [3] TAN, K., SEKHAR, K., WONG, J., HOLGADO, J., AMEER, M., AND VESONDER, G. Alexa Eldercare Toolbox: A Smarthome Solution for the Elderly. *2020 11th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference, UEMCON 2020* (2020), 0806–0812.