UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

DESARROLLO DE APLICACIONES CON MYO

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Software

AUTOR(ES)

Sandoval Nuñovero, Jose Maria (0000-0002-7686-3561)

ASESOR

Bruggmann Gisler, Marco (0000-0002-2850-8792)

Lima, 08 de febrero de 2019

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada al Señor de la Divina Misericordia, a mis padres y hermanos quienes siempre me apoyaron, confiaron en mí y me motivaron a seguir adelante frente a cualquier dificultad. A mis profesores, amigos y en especial a Franco Cáceres Gutierrez, con quien trabajamos en equipo para alcanzar la meta de esta investigación y quien me regaló el gesto de amistad más grandioso que he recibido. Gracias por todo.

RESUMEN

El accidente cerebrovascular es la principal causa de discapacidad a largo plazo en los adultos mayores en el Perú y el mundo. Una de las principales consecuencias que estas personas sufren es el debilitamiento y pérdida de la funcionalidad de manera parcial o total de las extremidades superiores; lo que puede hacer difícil la vida independiente. Sin embargo, la mayoría de pacientes podrían recuperarse ejecutando, de manera independiente, los ejercicios de repeticiones diarias de movimientos en las extremidades afectadas. Lamentablemente, los pacientes no realizan los ejercicios recomendados por el terapeuta debido a que los consideran monótonos y aburridos.

Por ello, en este trabajo se implementó un sistema de telerehabilitación basado en juegos que pretenden motivar a los pacientes para que realicen los movimientos o ejercicios necesarios para recuperarse; así como también lograr la adherencia a su régimen prescrito por el terapeuta, lo que aumenta las posibilidades de una recuperación significativa. En síntesis, el presente proyecto representa una gran oportunidad y desafío para comprobar que la propuesta logra más adherencia que la rehabilitación tradicional.

A continuación, en el primer capítulo se expondrá el proyecto y sus objetivos a mayor detalle. Luego, el segundo capítulo, documentará los Student Outcomes cumplidos en este proyecto. En el tercer capítulo se analizará la situación actual de la herramienta Myo Armband la cual permitirá desarrollar aplicaciones orientadas a la rehabilitación, debido a la presencia de electromiógrafos en su composición. Después, en el cuarto capítulo se detallarán los conceptos necesarios para el propio entendimiento del proyecto y el problema identificado. A continuación, en el quinto capítulo se presentará el desarrollo y aporte final del proyecto. En el sexto capítulo se describirá como se llevó a cabo la gestión del proyecto. Finalmente, se listarán las conclusiones propuestas para el proyecto.

Palabras clave: Rehabilitación de accidente cerebrovascular; adherencia del paciente; juegos en la rehabilitación; telerehabilitación; Myo Armband; electromiografo.

DEVELOPMENT OF APPLICATIONS WITH MYO

ABSTRACT

Strokes are the main cause of long-term disability in elderly adults in Peru and in the world. One of the major consequences these people undergo is weakening and partial or full upper limbs functionality loss, which can hinder independent living. Nonetheless, most patients could recover by doing self-consciously daily repetition movement exercises in the weakened limbs. Pitifully, patients do not do the exercises by themselves as their therapist suggested due to the fact that they consider the exercises to be monotonous and dull.

Therefore, in this work, a telerehabilitation system based on games was implemented that aims to motivate patients to perform exercises or necessary movements to convalesce themselves; as well as achieving adherence to their regime prescribed by the therapist, increasing the changes of an astonishing recovery. In summary, the present project represents a great opportunity and challenge to verify that the proposal achieves more adherence than traditional rehabilitation.

Chapter one explores the project and its objectives in greater detail. Chapter two documents the Student Outcomes fulfilled in this project. Chapter three analyzes the current situation of the Myo Armband tool which will allow the development of applications oriented to rehabilitation, due to the presence of electromyographs in its composition. Chapter four details the concepts needed to identify and understand the problem space. Chapter five presents the project's development and our contributions. Chapter six describes how project management was carried out. Finally, conclusions generated from this project are listed.

Keywords: Rehabilitation of stroke; adherence of the patient; games in rehabilitation; telerehabilitation; Myo Armband; electromyograph

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	IV
Índice de Tablas	VIII
Índice de Figuras	IX
Introducción	1
Capítulo 1. Definición del Proyecto.....	3
Objeto de Estudio.....	3
Dominio del problema	3
Motivación	4
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos	5
Indicadores de éxito	5
Capítulo 2: Student Outcomes	6
Student Outcome A.....	6
Definición	6
Aplicación	6
Student Outcome B	6
Definición	6
Aplicación	6
Student Outcome C	7
Definición	7
Aplicación	7
Student Outcome D.....	7
Definición	7
Aplicación	7
Student Outcome E	7
Definición	7
Aplicación	8
Student Outcome F	8
Definición	8
Aplicación	8

Student Outcome G.....	8
Definición	8
Aplicación	8
Student Outcome H.....	9
Definición	9
Aplicación	9
Student Outcome I	9
Definición	9
Aplicación	9
Student Outcome J	9
Definición	9
Aplicación	9
Student Outcome K.....	10
Definición	10
Aplicación	10
Capítulo 3. Marco Teórico.....	11
Myo Armband.....	11
Funcionamiento.....	11
Especificaciones técnicas.....	12
Myo Market	14
Myo Connect.....	15
Desarrollo con Myo	16
Accidente cerebrovascular	17
Rehabilitación física.....	17
Capítulo 4: Estado del Arte.....	18
Revisión de la literatura	18
Aportes.....	19
Adherence with home exercise programs 1-6 months after discharge from physical therapy by individuals post-stroke	19
Home-based rehabilitation using computer gaming	20
Games and Assistive Technologies for Rehabilitation	21
Capítulo 5: Ingeniería del Proyecto	23
Requerimientos del software.....	23
Historia de usuario 01	23

Historia de usuario 02	25
Historia de usuario 03	27
Historia de usuario 04	29
Historia de usuario 05	30
Historia de usuario 06	32
Historia de usuario 07	34
Historia de usuario 08	36
Historia de usuario 09	37
Historia de usuario 10	39
Historia de usuario 11	41
Historia de usuario 12	42
Historia de usuario 13	44
Historia de usuario 14	45
Historia de usuario 15	46
Historia de usuario 16	48
Arquitectura de software	49
Requerimientos de atributos de calidad	50
Restricciones	50
Vista de paquetes	50
Explicación de la vista de paquetes	51
Vista de componentes	52
Explicación de la vista de componentes	53
Vista de despliegue	53
Explicación de la vista de despliegue	53
Capítulo 6: Gestión del Proyecto	55
Metodología de desarrollo	55
Sprints	55
Producto final.....	56
Gestión del tiempo	57
Gestión de los recursos humanos	58
Gestión de las comunicaciones	59
Gestión de los riesgos	60
Lecciones aprendidas	62
Conclusiones	63

Glosario.....	65
Referencias Bibliográficas.....	66

Índice de Tablas

Tabla 5.1º: Historia de usuario HU-01.....	23
Tabla 5.2º: Historia de usuario HU-02.....	25
Tabla 5.3º: Historia de usuario HU-03.....	27
Tabla 5.4º: Historia de usuario HU-04.....	29
Tabla 5.5º: Historia de usuario HU-05.....	30
Tabla 5.6º: Historia de usuario HU-06.....	32
Tabla 5.7º: Historia de usuario HU-07.....	34
Tabla 5.8º: Historia de usuario HU-08.....	36
Tabla 5.9º: Historia de usuario HU-09.....	37
Tabla 5.10º: Historia de usuario HU-10.....	39
Tabla 5.11º: Historia de usuario HU-11.....	41
Tabla 5.12º: Historia de usuario HU-12.....	42
Tabla 5.13º: Historia de usuario HU-13.....	44
Tabla 5.14º: Historia de usuario HU-14.....	45
Tabla 5.15º: Historia de usuario HU-15.....	46
Tabla 5.16º: Historia de usuario HU-16.....	48

Índice de Figuras

Figura 1.1º: Principales causas identificadas	4
Figura 3.1º: Myo Armband.....	11
Figura 3.2º: Compatibilidad del dispositivo Myo Armband	12
Figura 3.3º: Movimientos predeterminados del Myo Armband	13
Figura 3.4º: Elementos de hardware del Myo Armband	14
Figura 3.5º: Categorías de aplicaciones en el Myo Market	15
Figura 3.6º: Diagrama de desarrollo utilizando el Myo SDK.....	16
Figura 4.1º: Literatura revisada	18
Figura 4.2º: Juegos implementados por GATOR	22
Figura 5.1º: Vista de paquetes	51
Figura 5.2º: Leyenda de vista de paquetes.....	51
Figura 5.3º: Vista de componentes	52
Figura 5.4º: Leyenda de vista de componentes.....	52
Figura 5.5º: Vista de despliegue	53
Figura 6.1º: Sprints del proyecto	55
Figura 6.2º: Tiempos estimados de sprints	57
Figura 6.3º: Roles del proyecto	58
Figura 6.4º: Comunicaciones del proyecto	59
Figura 6.5º: Riesgos identificados	61

Introducción

La prevalencia de los derrames e infartos cerebrales sigue siendo significativa en adultos mayores de treinta años en el Perú y el mundo. Estos accidentes cerebrovasculares vienen acompañados de consecuencias severas, no siendo la menor de ellas el debilitamiento y pérdida de funcionalidad parcial o total de las extremidades superiores. La terapia posterior a estos sucesos pretende maximizar el grado de recuperación de la fuerza, el control y la funcionalidad de las extremidades afectadas. Para ello, se prescriben diferentes actividades, ya sean aquellas en las que se requiere la asistencia de especialistas o las que deben ser llevadas a cabo independientemente. Estas últimas suelen estar destinadas a ser realizadas en casa, de forma complementaria a la terapia asistida. Tradicionalmente, los ejercicios prescritos para el hogar suelen ser repetitivos, monótonos y aburridos, además, algunos estudios han demostrado que los pacientes no suelen cumplir aquellas rutinas compuestas por estos ejercicios. Esta situación constituye un problema, pues el grado de recuperación de los individuos es directamente proporcional al grado de cumplimiento de sus terapias en todos sus aspectos. Por lo tanto, cuando los pacientes exhiben una pobre adherencia a sus rutinas también están atentando seriamente contra sus probabilidades de lograr una recuperación significativa.

En los últimos años, los avances tecnológicos han demostrado que pueden aportar con beneficios altamente potenciales a las terapias de rehabilitación, específicamente en las del tipo post-accidente cerebrovascular, donde se han desarrollado distintas aplicaciones utilizando tecnologías como la realidad virtual y procesadores de imágenes. Varios estudios han evaluado los enfoques de la telerehabilitación para mejorar la función de los miembros superiores usando programas o soluciones software con realidad virtual de rutinas personalizadas para cada paciente, pero los resultados han sido variados, lo cual indica que para tener resultados más certeros o semejantes a lo obtenido en cualquier sesión con un terapeuta, sería mucho más caro debido al alto costo de los dispositivos médicos para captar información que ayude a establecer rangos de recuperación en los pacientes.

Ante esta problemática, se propone un sistema de telerehabilitación basado en juegos de computadora que sirva de soporte en las rutinas de ejercicios para el hogar. La incorporación de juegos en los regímenes de rehabilitación nace en respuesta a la monotonía y repetitividad de los ejercicios tradicionales. Así, los juegos constituyen una alternativa divertida que

contribuye a maximizar la participación de los pacientes en sus rutinas. Además, permitirá a los terapeutas la gestión de rutinas y la evaluación del progreso de los pacientes por medio de la generación de reportes. Los pacientes podrán acceder al sistema para realizar sus rutinas desde la comodidad de sus hogares vía Internet. Estos usarán el brazalete Myo, desarrollado por la compañía Thalmic Labs, para jugar en el sistema. Este dispositivo permite la recolección de datos como el movimiento del brazo en el espacio y la actividad muscular, los cuales serán necesarios para la evaluación del rendimiento y progreso de los pacientes.

Capítulo 1. Definición del Proyecto

En este capítulo, se describirá a detalle todos los aspectos relacionados al presente proyecto. Esto incluye la problemática identificada, la motivación del mismo, el objetivo general y sus objetivos específicos, la solución planteada, el alcance y limitaciones del proyecto, y los indicadores de éxito que validarán el cumplimiento del proyecto.

Objeto de Estudio

En el presente proyecto profesional, se estudiarán las características del dispositivo Myo Armband y aspectos problemáticos de la rehabilitación física, con el fin de crear una solución tecnológica integral de calidad que explote los beneficios de las últimas tendencias de innovación que al mismo tiempo tenga un impacto social positivo, sirviendo como apoyo a la pronta mejora de muchos pacientes.

Dominio del problema

La realización de programas de ejercicios para el hogar es un aspecto fundamental de la fisioterapia y la rehabilitación de los pacientes. Sin embargo, un gran porcentaje de estos no se adhiere a su régimen prescrito de la forma esperada, atentando seriamente contra la recuperación pronta de sus funciones motoras.

Existen diferentes tipos de ejercicios para la rehabilitación de pacientes cuya funcionalidad y movilidad del brazo se han visto disminuidas posteriormente al sufrimiento de accidentes cerebrovasculares (infartos o derrames cerebrales). Entre estos ejercicios están aquellos que pueden realizarse en casa sin la supervisión de un terapeuta. Sin embargo, estos ejercicios suelen ser monótonos, repetitivos, y aburridos, lo cual se ve reflejado en una pobre adherencia de los pacientes, lo cual atenta contra su potencial recuperación. Las principales causas identificadas del problema planteado para el proyecto se pueden ver en la figura 1.1°.

Figura 1.1^o: Principales causas identificadas

Fuente: Elaboración Propia

Motivación

Con la finalidad de resolver la problemática descrita, en este proyecto profesional se plantea la implementación de una aplicación web que sirva de soporte a la rehabilitación física de pacientes que han sufrido agravios en varios de los factores relativos al movimiento de sus brazos. Esta aplicación abordará las barreras mencionadas en el dominio del problema. Es decir, contribuirá a la disminución de la no adherencia, por parte de los pacientes, a sus regímenes de ejercicios para el hogar.

Los tratamientos que utilicen la aplicación propuesta podrán beneficiarse de un mayor involucramiento de los pacientes mediante la participación en juegos atractivos por sobre ejercicios monótonos y repetitivos. Adicionalmente, los terapeutas podrán brindar un mejor asesoramiento gracias a la información recolectada por el sistema, la cual será presentada de forma conveniente en reportes que retraten el progreso (o la falta de ello) de los pacientes en términos de movilidad, activación muscular, entre otros.

Para el desarrollo de la solución se utilizará el estándar de gestión de proyectos propuesto por el Project Management Institute (PMI), el cual sugiere elaborar una serie de artefactos como

parte de la planificación del proyecto. Así como también, se usará el marco de trabajo SCRUM para ver todo lo correspondiente al desarrollo del software.

Objetivo general

Implementar un sistema basado en juegos que sirva de apoyo a la rehabilitación física de pacientes, el cual permitirá la gestión y ejecución remota de rutinas, así como la generación y reporte de estadísticas que permitan el análisis del progreso de los mismos.

Objetivos específicos

OE1: Analizar los requerimientos del sistema y plasmarlos en los artefactos correspondientes a la metodología escogida.

OE2: Diseñar la arquitectura que soporte los requerimientos del sistema, tomando en cuenta los requerimientos no funcionales propios de la naturaleza de la solución.

OE3: Desarrollar el sistema propuesto en concordancia con la arquitectura y requerimientos definidos.

OE4: Validar el sistema propuesto por medio de pruebas que confirmen la satisfacción de los requerimientos definidos, funcionales y no funcionales.

Indicadores de éxito

1. Para OE1:

1. IE01: Acta de aprobación del cliente, respecto a los requerimientos del sistema definidos en los artefactos de la metodología escogida.

2. Para OE2:

1. IE02: Acta de aprobación del cliente, respecto a la arquitectura del sistema.

3. Para OE3:

1. IE03: Acta de aprobación del cliente, respecto a las funcionalidades del sistema desarrollado.

4. Para OE4:

1. IE04: Acta de aprobación del cliente, respecto a las pruebas realizadas sobre el sistema desarrollado.

Capítulo 2: Student Outcomes

En este capítulo, se describirá y justificará cómo el presente proyecto cumple con los *Student Outcomes* establecidos por ABET. Aquí se presentan los entregables que se realizaron con el objetivo de cumplir todos los *Student Outcomes* alineados al perfil del Ingeniero de Software.

Student Outcome A

Definición

Los estudiantes proponen soluciones a problemas de Ingeniería de Software aplicando principios de matemáticas, ciencias, computación e ingeniería.

Aplicación

El proyecto profesional consta de una solución a un problema para los pacientes y doctores implicados en temas de rehabilitación física, por lo que se desarrolló un software que brinde estadísticas de progreso para los actores implicados.

Student Outcome B

Definición

Los estudiantes diseñan y realizan experimentos basados en el análisis e interpretación de datos relevantes en la implementación de soluciones de software.

Aplicación

Para realizar el software, se necesitó del uso de un componente basado en electromiógrafos médicos y sensores, llamado MYO Armband, el cual brinda datos que se deben analizar y procesar para mostrar una información valiosa para los usuarios

Student Outcome C

Definición

Los estudiantes diseñan los sistemas, componentes o procesos para implementar un sistema de software, teniendo en cuenta las restricciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud, seguridad y otras condiciones ambientales.

Aplicación

El software implementado tiene muy en cuenta las restricciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud, seguridad y otras condiciones ambientales, ya que no atenta contra ninguna de ellas. Principalmente está enfocado en el ámbito de la salud y dirigido a centros especializados, clínicas u hospitales que tengan el deseo de adquirir dicha tecnología.

Student Outcome D

Definición

Los estudiantes participan en equipos multidisciplinarios, liderando o desarrollando eficientemente sus tareas con profesionales de diferentes especialidades o dominios de aplicación.

Aplicación

Para el proyecto, se trabajó con estudiantes de Ingeniería de Sistemas, quienes son los encargados de hacer las revisiones y despliegues de la aplicación. Así como también, se tuvo un trabajo en conjunto con alumnos de últimos ciclos de la carrera de terapia física y también con doctores de esta especialidad.

Student Outcome E

Definición

Los estudiantes identifican y analizan problemas empresariales o tecnológicos dentro del ciclo de vida de un sistema de software.

Aplicación

Para el desarrollo del proyecto profesional se analizó y trató de encontrar algún tipo de problema en la vida de las personas en donde se pueda solucionar haciendo uso de la tecnología. Es por eso que se eligió el rubro de salud, haciendo hincapié en la rehabilitación física de extremidades superiores en pacientes.

Student Outcome F

Definición

Los estudiantes proponen soluciones a problemas de Ingeniería de Software con responsabilidad profesional y ética.

Aplicación

Para la implementación del software, se tomó en cuenta todos los principios de la ingeniería de software, responsabilidad profesional y ética, de modo que no se usaron los conocimientos, capacidades o habilidades para comportarnos de forma ilegal produciendo deshonor a la carrera, sino que se optó por trabajar sobre un ambiente ético para lograr un software de calidad que ayude a solucionar un problema sin llegar a afectar a algún tercero.

Student Outcome G

Definición

Los estudiantes se comunican oralmente o por escrito con ideas y resultados de manera clara y efectiva a audiencias con diferentes profesiones y niveles jerárquicos.

Aplicación

Durante todo el ciclo de vida del software y para la gestión del proyecto se realizaron comunicaciones de diversos tipos con profesores, revisores, asesores, alumnos, terapeutas y pacientes. Las comunicaciones se dieron de manera oral, escritas, ya sea por correo electrónico o realizando actas de reunión, documentos de gestión del proyecto, etc.

Student Outcome H

Definición

Los estudiantes identifican el impacto de las soluciones de Ingeniería de Software en los contextos de entorno global, económico y social.

Aplicación

Como jefes de proyecto se realizó una serie estudios o análisis del impacto de la aplicación desarrollada dentro del contexto social, para saber qué tan factible sería a nivel económico la implementación de la solución en alguna clínica local.

Student Outcome I

Definición

Los estudiantes actualizan sus conocimientos de metodologías, técnicas y herramientas ya que son necesarios para estar al día en el desarrollo de sistemas de software.

Aplicación

Una vez concluido el proyecto, se realizó una lista de lecciones aprendidas, donde se detalla los conocimientos obtenidos para lograr el objetivo de la solución. Al emplear el dispositivo MYO ARMBAND en el proyecto, se tuvo que adquirir nuevos conocimientos acerca del hardware, nuevas técnicas de programación, interpretación de datos que brinda el dispositivo, integración con el sistema de estadísticas, etc.

Student Outcome J

Definición

Los estudiantes analizan eventos del mundo contemporáneo identificando el impacto en el desempeño profesional del ingeniero de software.

Aplicación

Al terminar el desarrollo del proyecto y al hacer las pruebas en personas, nos dimos cuenta que las soluciones software tienen un impacto muy grande en la actualidad, por lo que estaría

abierta la posibilidad de implementar más soluciones que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas.

Student Outcome K

Definición

Los estudiantes usan herramientas, metodologías, procesos, marcos, middleware y lenguajes de programación de vanguardia necesarios para la práctica de la ingeniería de software.

Aplicación

Para el desarrollo de la aplicación se usó el marco de trabajo SCRUM y toda la tecnología de ASP.NET de Microsoft, el cual es un entorno de desarrollo muy usado en la actualidad por la cantidad de beneficios que ofrece.

Capítulo 3. Marco Teórico

En este capítulo, se presentarán y describirán a detalle los principales conceptos que se vieron involucrados durante el planteamiento, gestión y desarrollo del presente proyecto, con el fin de comprender los diversos conceptos que se relacionan a las tecnologías del proyecto.

Myo Armband

Myo Armband es un brazalete en la categoría de dispositivos de reconocimiento de gestos fabricado por Thalmic Labs. La característica principal de este dispositivo es que lee la actividad muscular del antebrazo para interpretar una amplia gama de intenciones.

Figura 3.1^o: Myo Armband

Fuente: Thalmic Labs Inc, 2017

Funcionamiento

El Myo permite controlar software o hardware inalámbricamente por medio de Bluetooth. Este dispositivo utiliza sensores de electromiografía de acero inoxidable para detectar cualquier actividad eléctrica que esté ocurriendo en el antebrazo del usuario. Estos sensores están acompañados por una unidad de medición inercial de nueve ejes constituida por un giroscopio de tres ejes, un acelerómetro de tres ejes y un magnetómetro de tres ejes. Todo esto trabaja junto para que el Myo no solo responda al movimiento muscular, sino también a las variaciones en orientación y aceleración. El Myo puede ser utilizado en ambos brazos.

Especificaciones técnicas

Dimensiones

El Myo soporta antebrazos con una circunferencia de entre 19 a 34 centímetros. Pesa 93 gramos y tiene 1.143 centímetros de ancho.

Compatibilidad

Figura 3.2º: Compatibilidad del dispositivo Myo Armband

Sistema Operativo	Versión	Dispositivos
Windows	Windows 7 Windows 8 Windows 10	-
OS X	OS X 10.8 (Mountain Lion) en adelante	-
IOS	IOS 7.0 en adelante	iPad 3ra y 4ta generación iPad Air iPad Air 2 iPhone 4s, 5, 5c, 5s, 6, 6 Plus iPod Touch 5ta generación iPad Mini 1era y 2da generación iPad Mini 3
Android	Android 4.3 (Jelly Bean) en adelante	-

Fuente: Elaboración propia

Gestos y movimientos

El Myo cuenta con sensores de electromiografía propietarios y un sensor de movimiento altamente sensible. Aparte de detectar el movimiento en el espacio, aceleración, orientación y giros, el Myo cuenta con cinco movimientos predeterminados que el dispositivo puede reconocer. A continuación, se muestran estos cinco movimientos.

Figura 3.3^o: Movimientos predeterminados del Myo Armband

Imagen	Movimiento
	Doble toque (double tap)
	Puño (fist)
	Extensión y separación de los dedos (fingers spread)
	Inclinación de la mano hacia adentro (wave in)
	Inclinación de la mano hacia afuera (wave out)

Fuente: Elaboración propia

Hardware

Figura 3.4⁰: Elementos de hardware del Myo Armband

Elemento	Detalle
Sensores	• 8 sensores de electromiografía de acero inoxidable y de nivel médico • Unidad de medición inercial (IMU) de nueve ejes: ○ Giroscopio de tres ejes ○ Acelerómetro de tres ejes ○ Magnetómetro de tres ejes
LEDs	• Indicadores duales LED
Procesador	• ARM Cortex M4 de 80MHz
Retroalimentación háptica	• Vibraciones cortas • Vibraciones medianas • Vibraciones largas
Adaptador Bluetooth	• Adaptador USB de baja energía de Bluetooth 4.0. Contiene drivers

Fuente: Elaboración propia

Myo Market

Thalmic Labs cuenta con un centro de distribución de aplicaciones o conectores (scripts que permiten utilizar el Myo para controlar aplicaciones de terceros) para el Myo, similar al concepto de App Store y Google Play. En el Myo Market están disponibles aplicaciones o conectores desarrollados por Thalmic Labs o por desarrolladores independientes. Esto motiva

la adquisición del Myo y la creación de un ecosistema que soporte la continuación de su uso. Las aplicaciones y conectores disponibles se pueden agrupar en distintas categorías.

Figura 3.5^o: Categorías de aplicaciones en el Myo Market

Categoría	Descripción	Ejemplos
Connected Things	Aplicaciones o conectores para controlar periféricos.	• MyoDuino • Myo + Parrot 3.0 • Myo + Sphero
Juegos	Aplicaciones o conectores de entretenimiento	• Fruit Ninja Connector • Crate Whacker • Counter-Strike Connector
Herramientas y Productividad	Aplicaciones o conectores para mejorar la comodidad o conveniencia al realizar actividades comunes	• Ultimate Mouse Control • Web Browser Navigation • Myo Diagnostics Page
Multimedia	Aplicaciones o conectores para interactuar con programas de video, música o distribución de contenido	• YouTube Connector • Spotify Connector • VLC Connector
Presentaciones	Aplicaciones o conectores a ser utilizadas en exposiciones o charlas	• PowerPoint Connector • Keynote Connector • Prezi Connector

Fuente: Elaboración propia

Myo Connect

Myo Connect es un componente importante en el uso de aplicaciones con Myo. Este componente debe ser instalado en las plataformas de escritorio para poder utilizar los conectores disponibles en el Myo Market. Asimismo, sirve como herramienta de gestión del brazalete, pudiendo configurar opciones como la sensibilidad, la precisión, la velocidad, etc.

Desarrollo con Myo

Se pueden desarrollar aplicaciones y conectores para las plataformas compatibles mencionadas anteriormente. Thalmic Labs provee SDKs para plataformas de escritorio (Windows y OS X), así como para plataformas móviles (IOS y Android). Para IOS y Android, Thalmic Labs tiene disponible en su sitio de desarrolladores (developer.thalmic.com) MyoKit (Myo IOS SDK) y Myo Android SDK. Para Windows y OS X, Thalmic Labs provee el Myo SDK, que se usa en ambas plataformas.

Estos SDKs distribuyen como bibliotecas que pueden ser incluidas como dependencias por las aplicaciones que deseen realizar algún tipo de conexión con el dispositivo.

El Myo SDK permite obtener datos espaciales y datos gestuales. Los datos espaciales constituyen datos sobre la orientación del dispositivo en forma de un cuaternión, que puede ser convertido a otras representaciones, como una matriz de rotación o ángulos Euler. Los datos gestuales informan a la aplicación lo que el usuario está haciendo con sus manos. El SDK provee esta información en forma de una de varias poses predeterminadas, que representan una configuración particular de la mano del usuario.

A continuación, se muestra un diagrama de cómo es el desarrollo en alto nivel de una aplicación con el Myo SDK hasta su interacción con el dispositivo.

Figura 3.6^o: Diagrama de desarrollo utilizando el Myo SDK

Fuente: Thalmic Labs Inc

Para el desarrollo de aplicaciones que se conecten con Myo en la web está disponible el componente Myo.Js. Este componente permite conectarse e interactuar por medio de WebSockets a Myo Connect cargando simplemente un script de JavaScript desde el navegador.

Accidente cerebrovascular

Un accidente cerebrovascular, también llamado apoplejía o ictus ocurre cuando un flujo disminuido de sangre al cerebro resulta en muerte celular. Existen dos tipos principales de accidente cardiovascular: infarto cerebral, que ocurre por un bajo flujo sanguíneo, y derrame cerebral, que ocurre por hemorragia interna.

A nivel global, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, 15 millones de personas sufren de accidentes cerebrovasculares cada año. De estos, 5 millones fallecen y otros 5 millones quedan discapacitados permanentemente. Asimismo, más específicamente, este suceso es la tercera causa de muerte en los Estados Unidos con más de 140,000 personas que mueren de ictus cada año. Adicionalmente, el infarto es la principal causa de discapacidad seria y a largo plazo en los Estados Unidos (Stroke Center, 2016). Aproximadamente dos tercios de aquellas personas que han sobrevivido infartos tienen déficits neurológicos residuales y aproximadamente 50% quedan con discapacidades que los hacen dependientes de otros para actividades de la vida del día a día (Gresham, y otros, 1975). Estas discapacidades se manifiestan, por lo general y no limitado a, una pérdida de la movilidad en un lado del cuerpo (Zyluk & Zyluk, 2006). Esta pérdida de la movilidad puede ocurrir por una hemiplegia (parálisis en un lado del cuerpo) o una hemiparesis (debilidad en un lado del cuerpo), ambas producto del infarto.

Rehabilitación física

Los terapeutas físicos se especializan en tratar discapacidades relacionadas a dificultades motoras y sensoriales. Están entrenados en todos los aspectos de anatomía y fisiología relacionados a la función normal, con énfasis en el movimiento. Se encargan de evaluar la fuerza, resistencia, rango de movimiento y déficits sensoriales del paciente para diseñar programas de rehabilitación con el objetivo de recuperar el control sobre las funciones motoras (Office of Communications and Public Liaison, 2014). La terapia física hace énfasis en practicar movimientos aislados, cambiando repetidamente de un tipo de movimiento a otro, y ensayando movimientos complejos que requieren gran coordinación

Capítulo 4: Estado del Arte

En este capítulo se presenta el estado del arte del proyecto profesional. Se muestra un listado de publicaciones académicas que abordan la problemática identificada y se detalla su contribución.

Revisión de la literatura

En el presente proyecto profesional, se realizó una revisión de diferentes artículos académicos relacionados con el problema a resolver. A continuación, se presenta un resumen de los artículos revisados.

Figura 4.1^o: Literatura revisada

Título	Autores	Año
Adherence with home exercise programs 1-6 months after discharge from physical therapy by individuals post-stroke	Kristine Kay Miller	2008
Home-based rehabilitation using computer gaming	Marcus King Juha M Hijmans Michael Sampson Jessica Satherley Leigh Hale	2012
Games and Assistive Technologies for Rehabilitation	Chris Hesser Corey LeFevre Michael Rowack	2014

Fuente: Elaboración propia

Aportes

A continuación, se analizarán los aportes de cada artículo académico, con respecto al problema identificado en el presente proyecto profesional.

Adherence with home exercise programs 1-6 months after discharge from physical therapy by individuals post-stroke

En este trabajo de tesis, el autor trata el tema de los programas de ejercicio para el hogar como parte rutinaria de la terapia física que llevan los pacientes luego de sufrir un infarto y los reconoce como una herramienta para ayudarlos a asumir responsabilidad en la gestión a largo plazo de las complicaciones del accidente.

Luego, el autor identifica la problemática de la baja adherencia por parte de los pacientes a los programas de ejercicio para el hogar asignados a ellos, afectando seriamente el progreso de su condición.

El autor hace énfasis en lo importante que es que los pacientes continúen realizando ejercicios luego de ser dados de alta de los centros de rehabilitación, y que, por lo tanto, es necesario que los factores que influyen en la adherencia sean entendidos. Así, los terapeutas podrán prescribir rutinas que sean cumplidas en mayor grado por los pacientes.

Uno de los objetivos principales del autor es determinar las razones más comunes por las que los pacientes inciden en una baja adherencia a sus programas de rehabilitación en el hogar. Los factores que más influyen en la no adherencia son:

- Los pacientes realizan ejercicios para continuar con su recuperación, pero estos no son los prescritos por el terapeuta físico.
- Los ejercicios prescritos son aburridos para los pacientes.
- Los ejercicios causan dolor en los pacientes.
- Los ejercicios son difíciles de realizar para los pacientes.
- Los pacientes no tienen alguien con quién realizar los ejercicios.
- Temor por parte de los pacientes a sufrir alguna lesión accidental al hacer los ejercicios.
- Los pacientes perciben los ejercicios como actividades provechosas. No sirven.

Home-based rehabilitation using computer gaming

En este artículo, los autores describen los hallazgos del estudio de la rehabilitación bilateral de las extremidades superiores utilizando un controlador de juegos de computadora basado en el reconocimiento de movimiento.

Los autores detallan que, a pesar de que la mayor parte de la recuperación de las funciones de las extremidades superiores ocurre en los primeros tres meses después del accidente, se han ganancias significativas en destreza, fuerza y función hasta seis o más meses después del incidente. Indican que el uso de técnicas de rehabilitación que incrementen la plasticidad neural luego del infarto ofrece la mejor oportunidad para recuperar la función y reaprendizaje motor de las extremidades superiores. Y que para lograr esto, es necesario utilizar terapias que llamen la atención del paciente y provea suficiente repetición e intensidad de práctica (duración y frecuencia de ejercicio).

Los autores realizaron un estudio en el que tres personas que sufrieron accidentes cerebrovasculares utilizaron un sistema de juegos basado en el reconocimiento de movimientos como terapia para el hogar. El sistema consistía de juegos que representen desafíos de rango de movimiento, reacción, velocidad y precisión. Los requerimientos cognitivos para jugar los juegos fueron bajos y fueron desarrollados de tal manera que los participantes puedan entender y usar los juegos rápidamente. Asimismo, información del desempeño en los juegos era brindada en cada juego. El puntaje era calculado tomando en cuenta el tiempo de juego, número de jugadas acertadas, velocidad de reacción y precisión.

Luego del estudio, los autores llegaron a las siguientes conclusiones:

- La rehabilitación física no supervisada en el hogar mediante el uso de un controlador de reconocimiento de movimientos y juegos de computadora es factible.
- La rehabilitación física no supervisada en el hogar mediante el uso de un controlador de reconocimiento de movimientos y juegos de computadora motiva y promueve el ejercicio en los pacientes hasta 5.5 horas por semana en 8 semanas, duración suficiente para que la rehabilitación sea efectiva.

Games and Assistive Technologies for Rehabilitation

El proyecto Games and Assistive Technologies for Rehabilitation (GATOR) surge debido a la identificación de la rehabilitación post-infarto como un proceso tedioso, que muchas veces acaba con los pacientes abandonando sus ejercicios por falta de motivación.

Los autores de este artículo son estudiantes de Ingeniería Informática y Eléctrica, que junto a estudiantes de terapia ocupacional decidieron crear una interface para aquellos pacientes para llevar a cabo sus ejercicios de rehabilitación en un entorno nuevo y entretenido.

Los creadores de GATOR lograron su objetivo desarrollando juegos divertidos y entretenidos que los pacientes disfruten, todo esto en un entorno que facilite la creación de rutinas y asesoramiento por parte de terapeutas, alcanzando la creación de una solución integral.

Para la implementación de GATOR se tuvieron las siguientes consideraciones importantes:

- Los juegos permiten al paciente ejercitar sus extremidades en un plano XY así como en un plano XYZ, para lo cual se utilizó el dispositivo Leap Motion.
- Para asegurar simplicidad y portabilidad, se decidió desarrollar la plataforma sobre un entorno web, utilizando HTML5 y JavaScript como componentes principales para la construcción de los juegos. De esta forma, la aplicación puede ser accedida desde cualquier sistema operativo que cuente con un navegador de Internet moderno.
- Para seguir exitosamente el progreso de un paciente, es necesario entender cómo se mide el progreso para alguien que ha sufrido un infarto. En estos casos, el progreso significa movilidad incrementada en las extremidades superiores. Para evaluar el progreso de la movilidad, se tuvieron como indicadores la velocidad de la mano, la distancia recorrida durante el juego y la velocidad máxima. Con estos indicadores, los terapeutas pueden ver si el paciente está moviendo su mano más o si tal vez la están moviendo más rápido.

Finalmente, GATOR cuenta con una suite de juegos, los cuales cuentan con distintos beneficios. Algunos de estos juegos son:

Figura 4.2º: Juegos implementados por GATOR

Título del Juego	Tipo de Movimiento	Beneficios
Alien Invaders	Izquierda a derecha	- Rango de movimiento incrementado - Mejora de coordinación ojo-mano - Movimiento controlado
Break Out	Izquierda a derecha	- Rango de movimiento incrementado - Mejora de coordinación ojo-mano - Toma de decisiones críticas
Dolphin Run	Arriba y abajo	- Estimulación de tríceps - Resistencia incrementada
Fruit Viking	- Izquierda a derecha - Jalar y empujar - Movimiento diagonal	- Mejora de coordinación ojo-mano - Rango de movimiento incrementado - Campo de visión incrementado
Leap Frog	Izquierda a derecha	- Mejora de coordinación ojo-mano - Incrementa la concentración - Toma de decisiones críticas
Pong	Jalar y empujar (movimiento controlado a posiciones exactas)	- Mejora de coordinación ojo-mano - Rango de movimiento incrementado
Meteors	Izquierda a derecha (movimientos controlados para esquivar meteoros)	- Rango de movimiento incrementado - Mejora de coordinación ojo-mano - Movimiento controlado

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5: Ingeniería del Proyecto

En este capítulo se presentan las diferentes etapas del ciclo de vida del software desarrollado.

Requerimientos del software

En esta sección se presentan los requerimientos de la solución a desarrollar. Estos serán expresados a través de historias de usuario, cuyo método se complementa con el marco de trabajo Scrum, ayudando a dividir y estimar tareas del proyecto.

Historia de usuario 01

Tabla 5.1º: Historia de usuario HU-01

Historia de Usuario HU-01	
Número: 01	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Crear usuario	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como administrador, quiero poder crear usuarios, con el fin de que los terapeutas y pacientes puedan usar la plataforma.	
Observaciones: -	
Mockup:	

The screenshot shows a web browser window titled 'Intranet Apolo'. Inside, there's a sidebar with 'Home' and 'Usuarios' links. The main content area displays a 'Nuevo Usuario' form. The form has the following fields:

- Rol:** A dropdown menu with 'Paciente' selected.
- Nombres:** A text input field.
- Apellidos:** A text input field.
- Sexo:** A dropdown menu with 'Masculino' selected.
- F. Nacimiento:** A date input field showing '18/01/93' with a calendar icon.
- Condición (Paciente):** A large text area.
- Detalles:** A large text area.
- Usuario:** A text input field.
- Contraseña:** A text input field.
- Imagen:** A file upload button labeled 'Archivo ...'.

At the bottom right of the form are two buttons: 'Guardar' (blue) and 'Cancelar' (red).

Criterios de Aceptación: El usuario es creado en el sistema para su vista y edición.

Cuando	Espero
Entro al sistema, hago click en el botón “Crear Nuevo Usuario”, completo los campos y hago click en el botón “Guardar”.	- Que aparezca un mensaje de éxito en la parte superior de la pantalla: “Se creó exitosamente el usuario...” - Que aparezca una fila con la información principal del usuario creado.

Test de Aceptación:

- Si el nombre de usuario ya está en uso, deberá salir un mensaje en la parte superior de la pantalla con el texto “El nombre de usuario ingresado ya está siendo utilizado por otro usuario.”
- Si no se ingresan todos los campos requeridos, se mostrarán mensajes que indiquen este error en cada campo requerido que no haya sido llenado.
- Si no se sube una imagen para el usuario, se mostrará una imagen de usuario por defecto.

- Si se presiona el botón “Cancelar” se volverá a la pantalla anterior sin haberse realizado ningún cambio.

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 02

Tabla 5.2º: Historia de usuario HU-02

Historia de Usuario HU-02	
Número: 02	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Editar usuario	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 3	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como administrador, quiero poder editar usuarios, con el fin de que los usuarios del sistema puedan contar con su información más actualizada.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: El usuario es editado en el sistema para su vista y edición.

Cuando	Espero
Entro al sistema, hago click en el botón “Editar” de la fila del usuario que deseo editar, completo los campos y hago click en el botón “Guardar”.	- Que aparezca un mensaje de éxito en la parte superior de la pantalla: “Se editó exitosamente el usuario.” - Que la fila con la información principal del usuario se actualice con la nueva información.

Test de Aceptación:

- Si el nombre de usuario ya está en uso, deberá salir un mensaje en la parte superior de la pantalla con el texto “El nombre de usuario ingresado ya está siendo utilizado por otro usuario.”
- Si no se ingresan todos los campos requeridos, se mostrarán mensajes que indiquen este error en cada campo requerido que no haya sido llenado.

- Si no se sube una nueva imagen para el usuario, se usará la que tenía originalmente.
- Si no se escribe una nueva contraseña para el usuario, se usará la que tenía originalmente.
- Si se presiona el botón “Cancelar” se volverá a la pantalla anterior sin haberse realizado ningún cambio.

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 03

Tabla 5.3º: Historia de usuario HU-03

Historia de Usuario HU-03	
Número: 03	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Bloquear y/o desbloquear usuario	
Prioridad en negocio: Baja	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 3	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como administrador, quiero poder bloquear y/o desbloquear usuarios, con el fin de asegurar la integridad y privacidad del sistema y usuarios en casos de violación de seguridad.	
Observaciones: -	

Mockup:

Criterios de Aceptación: El usuario es editado en el sistema para su vista y edición.

Cuando

- Entro al sistema, hago click en el botón "Bloquear" de la fila del usuario que deseo bloquear.
- Entro al sistema, hago click en el botón "Desbloquear" de la fila del usuario que deseo desbloquear.

Espero

- Que aparezca un mensaje de éxito en la parte superior de la pantalla: "Se bloqueó exitosamente el usuario...".
- Que aparezca un mensaje de éxito en la parte superior de la pantalla: "Se desbloqueó exitosamente el usuario...".

Test de Aceptación:

- Cuando un usuario es bloqueado y este desea ingresar al sistema, el sistema lo impedirá y mostrará el mensaje "Usuario bloqueado...".
- Cuando un usuario es desbloqueado, podrá ingresar sin problemas al sistema nuevamente.

Historia de usuario 04

Tabla 5.4º: Historia de usuario HU-04

Historia de Usuario HU-04	
Número: 04	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Listar y buscar usuarios	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 4	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como administrador, quiero poder listar y buscar usuarios con el fin de hacer más eficientes las actividades de bloqueo y edición.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: La lista de usuarios es visible	
Cuando	Espero
- Entro al sistema.	- Que la lista de usuarios del sistema sea visible.
Test de Aceptación: - Cuando se presionan los botones presentes en cada encabezado de la tabla, los registros se ordenan de acuerdo a ese campo, ascendente o descendientemente según lo seleccionado. - Cuando ingreso algún criterio d búsqueda en el campo “Buscar”, la tabla se filtrará con los registros que cumplan con el criterio ingresado. - Cuando se borren los criterios del campo “Buscar”, la tabla mostrará todos los registros nuevamente.	

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 05

Tabla 5.5°: Historia de usuario HU-05

Historia de Usuario HU-05	
Número: 05	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Crear rutina para paciente	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 10	
Programador responsable: Franco Cáceres	

Descripción: Como terapeuta, quiero poder crear una rutina para un paciente con el fin de que este pueda recuperar la funcionalidad y movilidad de su brazo progresivamente.

Observaciones: -

Mockup:

Intranet Apolo

INTRANET APOLO

Jose Sandoval

Home
Pacientes
Rutinas

Crear Rutina

Objetivo

Detalles

Fecha Inicio / / Fecha Fin / /

Modelo de Rutina

Id	Nombre	Nivel	Duracion (Sem)	Acciones
1	Rutina Intermedia 1	Basico	6	☒
2	Rutina Avanzada 2	Basico	4	☐

Guardar

Criterios de Aceptación: La rutina es registrada para el paciente escogido.

Cuando

- Entro al sistema, selecciono un paciente de la lista, selecciono la opción “Rutinas” del menú “Paciente” del panel lateral izquierdo, hago click en el botón “Crear Nueva Rutina”, ingreso los datos requeridos, y hago click en el botón “Crear Rutina”

Espero

- Que se muestre un mensaje en la parte superior de la pantalla: “Se registró la rutina exitosamente...”.

- Que se muestre la rutina creada en la lista de rutinas.

Test de Aceptación:

- Cuando se intente crear una nueva rutina y ya exista una rutina en curso, el sistema impedirá la acción y mostrará un mensaje de error: “Ya existe una rutina en curso”.
- Las unidades de trabajo deben mostrarse en el panel principal del paciente dependiendo del día.

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 06

Tabla 5.6°: Historia de usuario HU-06

Historia de Usuario HU-06	
Número: 06	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Editar rutina	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder crear editar una rutina con el fin de poder ajustar los ejercicios del paciente de acuerdo a su progreso.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: La rutina es editada y los cambios se muestran en el sistema.

Cuando

- Entro al sistema, selecciono un paciente de la lista, selecciono la opción “Rutinas” del menú “Paciente” del panel lateral izquierdo, hago click en el botón “Seleccionar” de la rutina que deseo editar, selecciono el botón “Historial (x) / Editar”, modifico los datos presentes, y hago click en el botón “Guardar Cambios”.

Espero

- Que se muestre un mensaje de éxito: “Se editó exitosamente la unidad de trabajo!”.

- Se vean reflejados los cambios en la pantalla actual.

Test de Aceptación:

- Cuando se intente crear una nueva rutina y ya exista una rutina en curso, el sistema impedirá la acción y mostrará un mensaje de error: “Ya existe una rutina en curso”.

- Las unidades de trabajo deben mostrarse en el panel principal del paciente dependiendo del día.

- Se registre el cambio como parte del historial de la unidad de trabajo.
- Si se presiona el botón “Cancelar”, se volverá a la pantalla anterior sin que se haya realizado algún cambio.

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 07

Tabla 5.7º: Historia de usuario HU-07

Historia de Usuario HU-07	
Número: 07	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Ver historial de cambios de rutina	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 3	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder ver los cambios realizados en una rutina con el fin de entender su estado actual y poder tomar decisiones sobre futuros cambios en la rutina.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: Se muestra el historial de cambios para la unidad de trabajo

Cuando	Espero
- Entro al sistema, selecciono un paciente de la lista, selecciono la opción “Rutinas” del menú “Paciente” del panel lateral izquierdo, hago click en el botón “Seleccionar” de la rutina que deseo editar, y selecciono el botón “Historial (x) / Editar”.	- Que se muestre una ventana con los detalles actuales de la unidad de trabajo y el historial de cambios de la misma, cada cambio con su respectiva fecha y hora.
Test de Aceptación: - La lista de cambios debe estar ordenada de forma descendiente respecto a la fecha y hora de creación de cada uno.	

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 08

Tabla 5.8º: Historia de usuario HU-08

Historia de Usuario HU-08	
Número: 08	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Eliminar rutina	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder eliminar rutinas con el fin de corregir errores.	
Observaciones: -	
Mockup: The mockup shows a web browser window titled 'Intranet Apolo'. The address bar contains 'http://'. The page header is 'INTRANET APOLO'. On the left, there is a user profile for 'Jose Sandoval' and a sidebar menu with 'Home', 'Pacientes', and 'Rutinas'. A 'Crear Rutina' button is visible. The main content area displays a table with columns: 'Terapeuta', 'Avance Días', and 'Acciones'. The table has two rows, both with 'Jose Sandoval' and 'Franco Cáceres' in the 'Terapeuta' column, and '016' in the 'Avance Días' column. The 'Acciones' column contains 'Eliminar' buttons. A confirmation dialog box is overlaid on the table, asking '¿Está seguro?' and stating 'No se podrá deshacer la eliminación de la rutina'. The dialog has 'Cancelar' and 'Eliminar' buttons.	
Criterios de Aceptación: Se elimina la rutina del sistema y desaparece el registro de la tabla en la pantalla.	

Cuando	Espero
- Entro al sistema, selecciono un paciente de la lista, selecciono la opción “Rutinas” del menú “Paciente” del panel lateral izquierdo, hago click en el botón “Eliminar” de la rutina que deseo eliminar, y confirmo la eliminación.	- Que se muestre un mensaje de éxito: “Se eliminó la rutina exitosamente”. - Que desaparezca la fila de la rutina eliminada de la tabla.
Test de Aceptación: - Si se hace click en el botón “Cancelar” durante la confirmación, se regresará a la pantalla previa sin que se haya realizado algún cambio.	

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 09

Tabla 5.9º: Historia de usuario HU-09

Historia de Usuario HU-09	
Número: 09	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Listar pacientes	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder listar y buscar pacientes con el fin de hacer más eficientes las actividades de creación y edición de rutinas.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: La lista de pacientes es visible

Cuando

- Entro al sistema.

Espero

- Que la lista de pacientes sea visible.

Test de Aceptación:

- Cuando se presionan los botones presentes en cada encabezado de la tabla, los registros se ordenan de acuerdo a ese campo, ascendente o descendente según lo seleccionado.
- Cuando ingreso algún criterio de búsqueda en el campo “Buscar”, la tabla se filtrará con los registros que cumplan con el criterio ingresado.
- Cuando se borren los criterios del campo “Buscar”, la tabla mostrará todos los registros nuevamente.
- Cuando haga click en el botón “Seleccionar” de algún paciente, me lleva a la página de resumen del mismo.

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 10

Tabla 5.10º: Historia de usuario HU-10

Historia de Usuario HU-10	
Número: 10	Usuario: Paciente
Nombre de historia: Ver trabajo del día	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como paciente, quiero poder ver el trabajo que me corresponde en el día con el fin de poder saber qué juegos me faltan y por cuánto tiempo.	
Observaciones: -	

Mockup:

Criterios de Aceptación: La lista de unidades de trabajo es visible

Cuando

- Entro al sistema.

Espero

- Que la lista de unidades de trabajo sea visible

Test de Aceptación:

- Las unidades de trabajo que hayan sido completadas aparecen con un indicador de tal condición (“Completado!”).
- Las unidades de trabajo pendientes aparecen con un indicador de tal condición (“Por completar”).
- Si no hay unidades de trabajo programadas para ese día, se muestra un mensaje declarando tal hecho (“No tienes juegos para hoy”).

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 11

Tabla 5.11°: Historia de usuario HU-11

Historia de Usuario HU-11	
Número: 11	Usuario: Paciente
Nombre de historia: Ejecutar trabajo del día	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como paciente, quiero poder jugar una unidad de trabajo con el fin de contribuir a mi rehabilitación.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: Se inicia el juego y el temporizador.	
Cuando	Espero
- Entro al sistema, escojo una unidad de trabajo que tenga estado “Por completar” y presiono su botón de juego.	- Que se cargue el juego y el temporizador por el tiempo indicado.
Test de Aceptación: - Cuando el temporizador llega a cero, aparece el mensaje “Completado!” y un botón “Regresar” para regresar al panel principal. - La unidad de trabajo jugada pasa a tener estado “Completado” en el panel principal.	

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 12

Tabla 5.12°: Historia de usuario HU-12

Historia de Usuario HU-12	
Número: 12	Usuario: Usuario genérico del sistema
Nombre de historia: Entrar al sistema	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como usuario del sistema, quiero poder entrar al sistema usando mis credenciales, con el fin de poder realizar las actividades respectivas a mi rol.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: Se inicia el juego y el temporizador.

Cuando

Espero

- Entro a la página del sistema

- Que se muestre un formulario de ingreso Usuario/Contraseña

Test de Aceptación:

- Si se dejan campos vacíos aparecen mensajes que indican que aquellos campos son obligatorios.
- Si se intenta entrar con un usuario que no existe, se mostrará el mensaje “Usuario no encontrado”.
- Si se intenta entrar con una contraseña incorrecta, se mostrará el mensaje “Contraseña incorrecta”.

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 13

Tabla 5.13º: Historia de usuario HU-13

Historia de Usuario HU-13	
Número: 13	Usuario: Usuario genérico del sistema
Nombre de historia: Salir del sistema	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como usuario del sistema, quiero poder salir del sistema con el fin de asegurar que nadie más pueda usar mi cuenta mientras no me encuentre presente.	
Observaciones: -	
Mockup:	
Criterios de Aceptación: Ver la pantalla de inicio (Iniciar sesión).	

Cuando	Espero
- Estoy en el sistema y presiono el botón “Salir” en el panel izquierdo.	- Que se cierre mi sesión y el browser sea redirigido a la pantalla de entrada.
Test de Aceptación: -	

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 14

Tabla 5.14°: Historia de usuario HU-14

Historia de Usuario HU-14	
Número: 14	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Ver reportes del día	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder ver los reportes del día con el fin de poder analizar el rendimiento y desempeño del paciente en las diferentes unidades de trabajo asignadas.	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: Se muestran las medidas recolectadas.

Cuando

- He seleccionado la rutina de un paciente y hago clic en el botón de estadísticas de un día.

Espero

- Que se abra una ventana con las diferentes mediciones recolectadas.

Test de Aceptación: -

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 15

Tabla 5.15°: Historia de usuario HU-15

Historia de Usuario HU-15	
Número: 15	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Ver reportes de la semana	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto

Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder ver los reportes de la semana con el fin de poder analizar el rendimiento y desempeño del paciente en las diferentes unidades de trabajo asignadas.	
Observaciones: -	
Mockup:	
Criterios de Aceptación: Se muestran las medidas recolectadas.	
Cuando	Espero
- He seleccionado la rutina de un paciente y hago clic en el botón de estadísticas de una semana.	- Que se abra una ventana con las diferentes mediciones recolectadas.
Test de Aceptación: -	

Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario 16

Tabla 5.16°: Historia de usuario HU-16

Historia de Usuario HU-16	
Número: 16	Usuario: Terapeuta
Nombre de historia: Ver reportes de unidad de trabajo	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 15	
Programador responsable: Franco Cáceres	
Descripción: Como terapeuta, quiero poder ver las mediciones para una unidad de trabajo	
Observaciones: -	
Mockup:	

Criterios de Aceptación: Se muestran las medidas recolectadas.

Cuando

- He seleccionado la rutina de un paciente y hago clic en el botón de estadísticas de la unidad de trabajo.

Espero

- Que se abra una ventana con las diferentes mediciones recolectadas.

Test de Aceptación: -

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura de software

En esta sección se presenta y se describe la arquitectura base de la solución desarrollada, para lo cual se hará uso de los diagramas más pertinentes.

Requerimientos de atributos de calidad

Seguridad

- QAS #1: Todo usuario debe ser capaz de ver únicamente la información que le corresponda a él, teniendo en cuenta su rol en el sistema.
- QAS #2: Los usuarios debe haber iniciado sesión obligatoriamente para poder explorar las páginas disponibles en el sistema.

Rendimiento

- QAS #3: El tiempo de respuesta de cara a los usuarios no debe ser mayor de 10 segundos, tomando en cuenta la conexión a internet del usuario, rendimiento del servidor, velocidad del navegador, etc.

Disponibilidad

- QAS #4: El sistema debe estar disponible el 99% del tiempo. Esto significa que cerca de 88.8 horas al año se emplearán para brindar algún tipo de mantenimiento y/o actualizaciones (offline).

Extensibilidad

- QAS #5: El sistema debe estar desarrollado de tal modo que soporte la implementación de nuevos juegos y/o módulos.

Restricciones

Todos los componentes de software de terceros a ser usados en el desarrollo de la solución deben ser free y opcionalmente open source.

Vista de paquetes

A continuación, se presenta la vista de paquetes de la aplicación.

Figura 5.1⁰: Vista de paquetes

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta la leyenda de la vista de paquetes de la aplicación.

Figura 5.2⁰: Leyenda de vista de paquetes

Fuente: Elaboración Propia

Explicación de la vista de paquetes

Las decisiones arquitectónicas utilizadas en el diseño de esta vista siguen las pautas definidas por los patrones de desarrollo por capas, separación de módulos, y modelo-vista-controlador.

La solución contiene dos proyectos: Apollo.Web y Apollo.Core, los cuales producen dos artefactos del mismo nombre en forma de DLL.

Apollo.Web sigue un patrón MVC para separar las responsabilidades de gestión de peticiones web y estructuración y comportamiento de vistas. Asimismo, se establecieron tres áreas

mayores para cada rol: Administrador, Paciente, y Terapeuta. Esta granularidad modulariza aún más el código, lo cual permite una mejor mantenibilidad y orden de desarrollo. Las tres áreas comparten recursos como hojas de estilo, archivos ejecutables en el browser, fuentes, e imágenes. Adicionalmente se incluyen filtros de seguridad que aseguran la privacidad de los usuarios. Apolo.Web depende de Apolo.Core para la definición de modelos de dominio, acceso a lógica de negocio, y persistencia de datos.

Apolo.Core está dividido en capas: 2 capas horizontales, Business y Data, y 2 capas verticales, Model y Util. Las clases de la capa (y paquete) Business se encargan de ejecutar la lógica de negocio del sistema y son usadas directamente por Apolo.Web. Las clases de la capa Data se encargan de brindar repositorios con los cuales la capa Business puede recuperar, crear, actualizar, y eliminar registros en el almacén de datos. La capa Data es utilizada exclusivamente por la capa Business. Las clases de la capa Model representan las entidades de dominio necesarias para modelar los requerimientos del sistema. Finalmente, la capa Util contiene métodos recurrentes utilizados en distintos lugares de la aplicación.

Vista de componentes

A continuación, se presenta la vista de componentes de la solución.

Figura 5.3^o: Vista de componentes

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, es presenta la leyenda de la vista de componentes de la aplicación.

Figura 5.4^o: Leyenda de vista de componentes

Fuente: Elaboración Propia

Explicación de la vista de componentes

La vista de componentes presenta una interacción de alto nivel de los artefactos principales que hacen factible al sistema.

Apolo.Core es un DLL autónomo que permite realizar todas las acciones disponibles del sistema.

Apolo.Web es un DLL que contiene los artefactos Web, los cuales se encargan de procesar peticiones HTTP. Este componente depende de Apollo.Core para procesar las acciones propias de la lógica de dominio.

myo.js es el componente principal de todos aquellos recursos que se ejecutan en el navegador (archivos HTML, CSS, y otros JavaScript). Este componente se comunica vía HTTP con Apollo.Web enviando toda la información relevante recolectada por el brazalete Myo. Asimismo, este componente se comunica vía WebSocket con el componente Myo Connect para recibir los datos del brazalete en tiempo real.

Myo Connect es el software provisto por Thalmic Labs necesario para el uso del Myo. Este software debe ser instalado en el ordenador del usuario.

Vista de despliegue

A continuación, se presenta la vista de despliegue de la aplicación.

Fuente: Elaboración Propia

Explicación de la vista de despliegue

A pesar que el despliegue de la aplicación no está dentro del alcance del proyecto, se propone la dinámica de despliegue presente.

Los usuarios (administradores, terapeutas, y pacientes) interactúan en la web vía Internet por medio de los navegadores de sus ordenadores. Todo lo visible para ellos es procesado en el servidor, en el cual se ejecuta el servidor de aplicaciones (Internet Information Server 8.0, por ejemplo) y el motor de base de datos (SQL Server Express, por ejemplo).

Capítulo 6: Gestión del Proyecto

En este capítulo se presentan las actividades que fueron realizadas durante la gestión del proyecto profesional. Adicionalmente, se presenta un listado de los entregables, hitos, fechas importantes, planificación de cada Sprint, entre otros.

Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto, se usó el marco de trabajo SCRUM. La elección del método ágil se debió a que los requerimientos del cliente iban a cambiar a lo largo del tiempo, de acuerdo a los resultados de las investigaciones realizadas.

Sprints

A continuación, se presentan los sprints que se ejecutaron durante el proyecto.

Figura 6.1^o: Sprints del proyecto

Nombre	Fecha inicio	Fecha fin	Actividades realizadas
Sprint 1	22/09/2016	20/10/2016	• Desarrollo de las historias de usuario referentes al primer juego. • Realización y aprobación de los documentos de gestión
Sprint 2	21/10/2016	11/11/2016	• Desarrollo de las historias de usuario referentes al segundo juego. • Desarrollo de las Historias de Usuario del sistema de gestión de rutinas.
Sprint 3	14/11/2016	06/12/2016	• Desarrollo de las historias de usuario referentes al tercer juego. • Desarrollo de las historias de usuario referentes al cuarto juego.
Sprint 4	07/04/2017	05/05/2017	• Desarrollo de las historias de usuario referentes al sistema de gestión de estadísticas, reportes y usuarios. • Entrega y aprobación final de documentos de gestión, memoria, paper y póster del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

Producto final

Durante el proyecto se elaboraron lo siguientes artefactos:

- Un sistema basado en juegos que permita la gestión y ejecución remota de rutinas, así como la generación y reporte de estadísticas que permitan el análisis del progreso de los pacientes.
- Desarrollo de 4 juegos para el sistema que requieran del dispositivo MYO.
- Documento de descripción de historias de usuario de la solución software.
- Actas de las reuniones realizadas durante el proyecto.

- Entregables de la gestión del proyecto:
  - Diccionario EDT
  - Descripción de roles y responsabilidades
  - Estructura Project
  - Matriz de riesgos
  - Matriz de trazabilidad de requerimientos
  - Matriz RAM
  - Plan de gestión del alcance
  - Project Charter
  - Plan de gestión de calidad
  - Plan de gestión de riesgos
  - Plan de gestión de RRHH
  - Plan de gestión de cronograma
  - Registro de interesados

Gestión del tiempo

A continuación, se presentan las fases e hitos del proyecto junto con la fecha de inicio estimada, fecha de fin estimada, las tareas que serán incluidas en cada hito y la prioridad que se le ha asignado.

Figura 6.2⁰: Tiempos estimados de sprints

Fase del Proyecto	Hito del proyecto	Fecha Estimada	Entregables incluidos	Prioridad
Iniciación	Hito 1: Aprobación e inicio del proyecto	13/09/2016	Project Charter	Alta
Planificación	Hito 2: Aprobación de documentos de gestión	16/09/2016	Documentos de gestión, Artefactos Scrum: Product Backlog, Product Backlog Item -> Sprint 1	Alta
Ejecución	Hito 3: Sprint 1	22/09/2016	Incremento del Sprint 1 (1er juego), Product Backlog Item -> Sprint 2 , Documentos de gestión	Media
Ejecución	Hito 4: Sprint 2	21/10/2016	Incremento del Sprint 2 (2do juego + sistema de gestión de rutinas), Product Backlog Item -> Sprint 3	Media
Ejecución	Hito 5: Sprint 3	14/11/2016	Incremento del Sprint 3 (3er juego + 4to juego) , Product Backlog Item -> Sprint 4	Alta
Ejecución	Hito 6: Sprint 4	07/04/2017	Incremento del Sprint 4 (Sistema de gestión de estadísticas, reportes y usuarios)	Alta
Cierre	Hito 7: Entrega y aprobación final de documentos de gestión, memoria, paper y póster del proyecto.	08/05/2017	Documentos de gestión, memoria, paper, póster del proyecto	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Gestión de los recursos humanos

A continuación, se presentan los roles que han sido desempeñados dentro del proyecto, con sus respectivos miembros y responsabilidades.

Figura 6.3º: Roles del proyecto

Rol	Miembro	Responsabilidades
Jefe del Proyecto	José Sandoval	Gestión y Desarrollo del proyecto. Además, se encargará de monitorear y verificar el avance de los recursos desarrolladores.
Jefe de Desarrollo	Franco Cáceres	Gestión y Monitoreo de los avances de los entregables que desarrollará el recurso programador.
Desarrollador (Recurso de SWF)	Alumno de Software Factory	Se encargará de desarrollar los entregables de código requerido.

Fuente: Elaboración Propia

Gestión de las comunicaciones

A continuación, se muestra un listado de las comunicaciones realizadas a lo largo del proyecto.

Figura 6.4⁰: Comunicaciones del proyecto

Información requerida	Contenido	Responsable	Para la entrega a los interesados	Método de comunicación
Iniciación del Proyecto	Comunicación de la iniciación del proyecto	Cliente	Jefe de Proyecto Jefe de Desarrollo	Correo electrónico
Objetivos e Indicadores de Logro	Objetivo general Objetivos específicos e indicadores de logro	Jefe de Proyecto	Jefe de Proyecto Cliente Jefe de Desarrollo Profesor Gerente	Documento digital vía correo electrónico
Planificación del Proyecto	Registro de Interesados Plan de Gestión de Riesgo	Jefe de Proyecto	Asistente de Proyecto Cliente Profesor Gerente	Documento digital vía correo electrónico
Acta de reunión	Agenda de la reunión Detalle de lo tratado Acuerdos Tareas	Jefe de Proyecto	Jefe de Proyecto Cliente Profesor Gerente	Documento digital vía correo electrónico
Cierre del Proyecto	Comunicación del cierre del proyecto	Jefe de Proyecto	Jefe de Proyecto Cliente Profesor Gerente	Documento digital vía correo electrónico

Fuente: Elaboración Propia

Gestión de los riesgos

A continuación, se muestran la lista de riesgos previstos y no previstos del proyecto. Además, se indican las actividades de mitigación efectuadas.

Figura 6.5^o: Riesgos identificados

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Cancelación de las reuniones con el cliente o profesor gerente	Bajo	Alto	Se pactarán reuniones por internet o durante la semana.
2	Cambio del alcance del proyecto por necesidades del cliente	Alto	Alto	Se realizará un ajuste al proyecto, considerando siempre el impacto en tiempo que este puede tener en los demás temas considerados dentro del alcance.
3	Incumplimiento de los entregables por parte del equipo	Medio	Alto	Se dedicará tiempos extras para cerrar los documentos pendientes.
4	Insuficiente desempeño por parte del recurso	Alto	Medio	Se analizará las causas y se definirá su intercambio.
5	Costo alto de las principales fuentes de información	Medio	Medio	Se buscarán fuentes de información alternativas con una validez similar.
6	Existe conflictos entre los recursos del equipo del proyecto	Medio	Medio	Evaluar semanalmente el desempeño del equipo y atender conflictos tempranamente.
7	Demora considerable de la entrega del dispositivo MYO	Bajo	Alto	Adquirir el dispositivo por otros medios.

Fuente: Elaboración Propia

Lecciones aprendidas

El proyecto duró dos ciclos académicos, en los cuales se tuvo que comenzar con una gran investigación acerca del hardware MYO Armband y tratar de involucrar a este en la solución de un problema en la vida de las personas. Al principio, teníamos en claro lo que podíamos lograr, pero con el pasar de las semanas nos dimos cuenta que necesitábamos hacer más pruebas de conceptos para llegar a establecer y cumplir el objetivo general, así como también con los específicos. Por lo que se recomienda, siempre tener dos ideas con sus respectivas pruebas de concepto para evitar tener que realizar cambios en el problema u objetivos durante la ejecución del proyecto.

Luego de superar la gran dificultad, pudimos lograr un dominio casi total de las herramientas del dispositivo y lograr obtener todos los beneficios que ofrecía para plasmarlos en una solución web que ayude a doctores y pacientes involucrados en la rehabilitación física.

Conclusiones

- El empleo del sistema de telerehabilitación propuesto y su aplicación en la etapa post-hospitalaria permite concluir que existe más control por parte de los doctores y de los mismos pacientes por las actividades que deben realizar para lograr una rehabilitación significativa. Una vez que el doctor da de alta al paciente, lo registra en el sistema y le asigna una rutina personalizada con una serie de juegos que cuentan con los movimientos necesarios para sustituir a los ejercicios que normalmente se le asignaría.
- Para poder identificar y medir el progreso del paciente, se hace uso del dispositivo MYO, que brinda los valores de la actividad muscular realizada por el paciente en cada juego o movimiento. Con todos los datos, se generan reportes tanto para el paciente como para los doctores, los cuales permitirán la transparencia de los avances en toda la terapia, que es muy beneficiosa para los dos roles. Los doctores podrán ajustar la rutina y los pacientes podrán saber en tiempo real el nivel de progreso de cada una de sus actividades asignadas.
- Se realizó un experimento con 10 pacientes del sexo masculino en la etapa post-hospitalaria, luego de haber sufrido alguna lesión en sus extremidades superiores, obteniendo los siguientes resultados:
  - Ahorro de tiempo: Los pacientes recibieron una retroalimentación de un 90% más rápida que en el escenario tradicional, ya que no es tan primordial esperar hasta la siguiente cita programada con el doctor (entre 15 a 20 días) para hacer ajustes sobre la rutina asignada de acuerdo con el progreso.
  - Adherencia: Al basarse en juegos, los pacientes se sienten más cómodos cuando realizan sus rutinas; incluso invierten 100% más de tiempo que el asignado por el terapeuta (15 a 20 minutos) para cada uno de los ejercicios/juegos, lo cual ayuda a su pronta recuperación.
  - Fácil aprendizaje: El sistema es muy práctico, ya que está basado solo en rutinas compuestas por juegos con movimientos básicos, que son explicados por el doctor al momento del registro de una rutina y que toma como máximo 20 minutos, igual que la manera tradicional.

- Satisfacción y seguridad: El 80% de los pacientes se sienten más satisfechos al saber el estado de su progreso en menos tiempo y sin tener que esperar tantos días para una cita con el doctor.

Glosario

- Myo Armband: Es un dispositivo de control de gestos y movimientos que permite controlar un teléfono, computadora y mucho más, sin necesidad de establecer un contacto físico.
- Telerehabilitación: Es un tratamiento que permite trabajar a distancia, ya que el paciente recibe una serie de ejercicios a través de internet y el terapeuta puede controlar los ejercicios físicos y cognitivos sin necesidad de una visita.
- Scrum: Es un marco de trabajo simple que promueve la colaboración en los equipo para lograr desarrollar productos complejos.
- Aplicación: Programa informático que puede controlar y comprender hardware y software para permitir a un usuario realizar una o más tareas.
- Hardware: Elementos físicos y tangibles que presenta un dispositivo informático.
- Software: Conjunto de programas informáticos que pueden realizar una serie de acciones lógicas utilizando el Hardware de un dispositivo.
- Sistema Operativo: Software capaz de controlar el Hardware de un dispositivo.
- Framework: Marco de trabajo y referencia de buenas prácticas para el desarrollo de un aplicativo informático.

Referencias Bibliográficas

- Stroke Center. Stroke Statistics. <http://www.strokecenter.org/patients/about-stroke/stroke-statistics>, 2016. Última consulta: 2016-11-05.
- Adey-Wakeling, Z., & Crotty, M. (2013). *Upper limb rehabilitation following stroke: Current evidence and future perspectives* (6 ed., Vol. 9). Aging Health.
- Crockford, D. (2008). *JavaScript: The Good Parts*. O'Reilly Media; 1st edition.
- Deitel, P. (2016). *Visual C# How to Program*. Pearson; 6 edition.
- Freeman, A. (2012). *Pro ASP.NET MVC 4*. Apress; 4th ed. edition.
- Gresham, G. E., Fitzpatrick, T. E., Wolf, P. A., McNamara, P. M., Kannel, W. B., & Dawber, T. R. (1975). Residual Disability in Survivors of Stroke -- The Framingham Study. *New England Journal of Medicine*, 954-956.
- Hesser, C., LeFevre, C., & Rowack, M. (2014). Games and Assistive Technologies for Rehabilitation. Colorado State University.
- James Rumbaugh, I. J. (2004). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison-Wesley Professional.
- Johnson, G. (2013). *Training Guide Programming in HTML5 with JavaScript and CSS3*. Microsoft Press; 1 edition.
- King, M., Hijmans, J. M., Sampson, M., Satherley, J., & Hale, L. (2012). Home-based stroke rehabilitation using computer gaming. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 128-134.
- Martin, R. L., Williams, L. S., Haskard, B. K., & DiMatteo, M. R. (2005). The challenge of patient adherence. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 189-199.
- Miller, K. K. (August de 2008). Adherence with home exercise programs 1-6 months after discharge from physical therapy by individuals post-stroke. Indiana, United States of America: Indiana University.
- Office of Communications and Public Liaison. (September de 2014). Post-Stroke Rehabilitation. National Institutes of Health. Obtenido de National Institutes of Health.
- Ogwumike, O. O., Badaru, U. M., & Adeniyi, A. F. (2014). Factors influencing adherence to home-based exercise by stroke survivors in North Western Nigeria. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*.
- Project Management Institute. (2004). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Newtown Square, Pa: Project Management Institute.

Scrum Guides. (15 de 07 de 2016). *The Scrum Guide*. Obtenido de <https://www.scrumguides.org/>

Staines, W. R., McIlroy, W. E., & Brooks, D. (s.f.). Functional Impairments Following Stroke: Implications for Rehabilitation. *Current Issues in Cardiac Rehabilitation and Prevention*, 5-8.

Zyluk, A., & Zyluk, B. (2006). Upper limb pain and limited mobility in the patients after stroke.

Thalmic Labs Inc. (05 de 11 de 2016). *Myo Tech Specs*. Obtenido de <https://www.myo.com/techspecs>.

UPC. (12 de 12 de 2016). *Pregrado UPC*. Obtenido de <https://pregrado.upc.edu.pe/carrera-de-ingenieria-de-software/acreditacion/>

Zyluk, A., & Zyluk, B. (2006). Upper limb pain and limited mobility in the patients after stroke.