Imagen que contiene dibujo, tabla

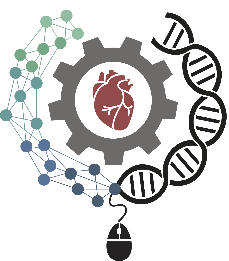
Descripción generada automáticamente

Sistema para la ayuda a la rehabilitación mediante visión por computador

Grado en Ingeniería Biomédica

Imagen que contiene computadora

Descripción generada automáticamente



Trabajo Fin de Grado

Autor:

Elena Espinós Soler

Tutor/es:

Marcelo Saval Calvo

Víctor Villena Martínez

Junio 2021

Sistema para la ayuda a la rehabilitación mediante visión por computador

[Índice de tablas, abreviaturas y figuras 6](#_Toc58433125)

[Introducción 6](#_Toc58433126)

[Motivación y contexto 6](#_Toc58433127)

[Objetivos 7](#_Toc58433128)

[Estado del arte 8](#_Toc58433129)

[Visión por computador 8](#_Toc58433130)

[SENSOR RGB-D /Depth camera 9](#_Toc58433131)

[¿QUÉ SON LOS SENSORES DE PROFUNDIDAD? 10](#_Toc58433132)

[Estructura de la cámara 11](#_Toc58433133)

[Imagen resultante 12](#_Toc58433134)

[Deep Learning 12](#_Toc58433135)

[Rehabilitación articular y su importancia /perspectiva clínica 12](#_Toc58433136)

[Aplicaciones sanitarias con imagen - Exergames 12](#_Toc58433137)

[Fundamento teórico 16](#_Toc58433138)

[Obtención y procesamiento de la imagen 16](#_Toc58433139)

[SDK 16](#_Toc58433140)

[Que es - Como funciona 16](#_Toc58433141)

[Obtención de las articulaciones 16](#_Toc58433142)

[Representación de los joints 16](#_Toc58433143)

[Entorno de desarrollo 16](#_Toc58433144)

[Analisis del sistema 16](#_Toc58433145)

[Tipo de arquitectura 16](#_Toc58433146)

[Diseño 16](#_Toc58433147)

[Tablas de BD 16](#_Toc58433148)

[Prototipo 17](#_Toc58433149)

[Requisitos 17](#_Toc58433150)

[Software 17](#_Toc58433151)

[Hardware 17](#_Toc58433152)

[Compatibilidades 17](#_Toc58433153)

[Gestión del proyecto 17](#_Toc58433154)

[Ciclo de vida 17](#_Toc58433155)

[Riesgos 17](#_Toc58433156)

[Alternativas 17](#_Toc58433157)

[Alternativas software 17](#_Toc58433158)

[Alternativas Hardware 17](#_Toc58433159)

[Presupuesto 17](#_Toc58433160)

[Conclusión y futuro 18](#_Toc58433161)

[Bibliografía 18](#_Toc58433162)

[Anexos 18](#_Toc58433163)

[AÑADIR 18](#_Toc58433164)

# Índice de tablas, abreviaturas y figuras

TIC: Tecnologías de la información y la computación.

SDK: software development kit

CCD (Charge Coupled Device)

CMOS Complementary Metal Oxide Semiconductor. Semiconductor complementario de oxido metálico

RGB: Red Green Blue

RGBD: Red green blue depth.

# Introducción

A continuación, se muestran los motivos de la elección del tema para este trabajo fin de grado enfocados a explotar una rama tecnológica aplicada al ámbito sanitario. Se hablará de los principales objetivos de la elección y se hará una introducción teórica de las tecnologías abordadas.

## Motivación y contexto

LEER ARTICULO PAHO

En este año 2020 se han visto y vivido cambios inesperados en la atención y los cuidados sanitarios y la urgente necesidad del uso de las TIC para subsanar la falta de personal, de recursos, listas de espera, la imposibilidad de desplazarse a los centros de atención primaria y la propia asistencia física entre personal sanitario y el paciente.

Una de las áreas sanitarias que más me ha llamado la atención siempre ha sido la rehabilitación. Poder comprobar como tras un accidente, un paciente lesionado es capaz de evolucionar, luchar y mejorar hasta conseguir recuperarse, pudiendo acompañarlo durante ese proceso es algo realmente motivador.

Pero siempre se dan inconvenientes. Ya sea por falta de tiempo, imposibilidad de desplazamiento, limitado número personal disponible en relación con el número de pacientes… Se trata de problemas que pueden solucionarse la mayoría de las veces con ayuda de las TIC y con recursos de los que disponemos actualmente.

En gran parte de la rehabilitación, suele estar siempre presente un fisioterapeuta durante la realización de un ejercicio. Puede darse el caso de que únicamente sea necesario explicarlo una vez y su presencia sea para que el paciente realice y repita el ejercicio correctamente o, que solo sea posible explicarlo una única vez por falta de tiempo y el sanitario deba de ausentarse o atender a otra persona. Podemos ayudar a redistribuir la atención necesaria por paciente. Con lo mencionado anteriormente y, dada la situación actual que atravesamos debido a la Covid-19, es necesario un sistema de rehabilitación efectivo que permita limitar el contacto social al mínimo o a lo estrictamente necesario.

A todo esto, debemos sumarle que existe una necesidad creciente de innovar en las prácticas de rehabilitación y de ejercicio tradicional debido a que son muchas las personas que consideran que realizar actividad física a través del ejercicio es aburrido y monótono, independientemente de la edad. Es mucho más atractivo y ayuda a captar más atención e interés el uso de las nuevas tecnologías.

Desde hace unos años atrás podemos ver cómo la industria de los videojuegos ha evolucionado hacia una interacción natural eliminando el uso de periféricos como mandos, teclados y ratones para el control y permitiendo una interacción por gestos. El uso y la interpretación de los gestos permiten que se amplíe el escenario de uso de las tecnologías utilizadas. Este tipo de tecnología puede hacer más agradable, fácil, ágil y rápida una rehabilitación.

BUSCAR EVIDENCIA DEL USO DE VIDEOJUEGOS EN ADULTOS

\*\*En adultos mayores, analizando uso y experiencia de usuario propuestos por videojuegos con diferentes sistemas, se ha demostrado resultados positivos en terapias al combinar elementos del ejercicio físico con el entretenimiento, y esta población tiende a mejorar diferentes actitudes de comportamiento, manteniéndose activos físicamente y con percepción positiva y graciosa hacia los videojuegos. Adicionalmente, se ha demostrado aumentos del gasto energético, de la masa muscular y nivel motivacional, en niños con parálisis cerebral sometidos a terapia con videojuegos activos

## Objetivos

AÑADIR: Aplicación poco intrusiva, al no requerir contacto directo con dispotivos para la trazabilidad del ejercicio.

La app proporciona un feedback constante al paciente, ya que se esta analizando la adecuación entre los movimientos y el ejercicio constantemente.

El aspecto de gamificación, para que no resulte aburrido y mejorar la adherencia del paciente al programa de rehab.

La posibilidad de que el responsable sanitario sea quien elija el ejercicio para cada persona. Cada ejercicio será personal.

A su vez que esto permita que a la vez que avance una rehab, la app avance con esta.

El objetivo principal de esta aplicación es que esta sea capaz de guiar al paciente durante un ejercicio indicando el recorrido desde su inicio hasta el final. Se tratará de ejercicios específicos para la rehabilitación articular. La aplicación detectará los movimientos del responsable sanitario, los almacenará y después, los reproducirá guiando al paciente. La aplicación será capaz de distinguir cuando el movimiento es correcto y cuando no respecto del movimiento de referencia del responsable sanitario.

Los objetivos secundarios de la aplicación son también que esta pretende mejorar la eficacia y eficiencia de las Unidades de Fisioterapia, que se reciba la atención precisa y personalizada para cada paciente, que se agilicen los tiempos de espera para tratamientos y que sea posible llevar a cabo una rehabilitación de forma remota asumiendo pocos costes.

Por último, con la inclusión de las tecnologías en una rehabilitación en forma de juego se pretende que realizar ejercicio deje de ser una obligación.

## Estado del arte

### Visión por computador

La visión por computador o visión artificial se trata de la extracción de información a través de la obtención de imágenes y su procesamiento por computador.

En el caso de la visión humana, el ojo que actúa de lente recibe la energía luminosa procedente de los objetos del entorno.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

En la visión artificial, las cámaras captan las imágenes con un sensor de imagen. Este sensor es una matriz de elementos fotosensibles. Cada elemento de la matriz se le conoce como píxel y el valor que toma se corresponde con la profundidad del color.

El sensor de imagen convierte la energía luminosa que capta en señales eléctricas (cámara analógica) o en señales digitales (cámara digital), que luego pueden ser convertidas, analizadas, almacenadas y representadas a posterioridad como un patrón, bien sea analógico (como una señal de barrido o escaneo) o digital (con el consiguiente muestreo y conversión numérica de los valores de luminosidad.

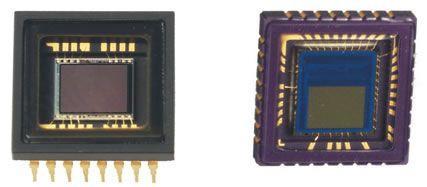
Diagrama

Descripción generada automáticamente

Finalmente, la información que almacena ese patrón puede ser representado en una pantalla como una imagen o una sucesión continua de imágenes pasando por la pantalla a alta velocidad es percibida como un vídeo.

DESTACAR QUE SE PUEDE CAPTURAR INFORMACION DE DIFERENTES ESPECTROS O TIPOS Y HACERLA VISIBLE AL OJO HUMANO. Por ejemplo, como ocurre con las imágenes IR que son donde se calcula la profundidad.

Los elementos fotosensibles que componen el sensor de imagen pueden ser de diversas tecnologías como CCD o CMOS. AÑADIR MAS INFO DE DIFERENCIAS ENTRE CCD Y CMOS



*Sensores de imagen: CCD (a la izquierda); CMOS (a la derecha).*

La visión por computador es de gran interés en el campo científico-técnico debido al gran número de aplicaciones. Además, su uso está extendido al análisis de imágenes medicas y a la robótica ya que facilita el diagnostico, tratamiento y prevención de enfermedades siendo la mayoría indoloras, relativamente seguras y no invasivas (es decir, no requieren una incisión en la piel ni la inserción de un instrumento en el organismo).

### SENSOR RGB-D /Depth camera

HABLAR PRIMERO DE FORMA GENERICA DE RGB D(QUE SON, TIPOS, TECNOLOGIAS) DESPUES MAS ESPECIFICO CUAL HE USADO

La cámara utilizada en este proyecto ha sido la Kinect Xbox360. Este dispositivo cuenta con una cámara [RGB](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_color_RGB), un [sensor de profundidad](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sensor_de_profundidad&action=edit&redlink=1), un [micrófono de múltiples matrices](https://es.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3fono_multiarray) y un [procesador personalizado](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Procesador_personalizado&action=edit&redlink=1) que ejecuta el software patentado.

El sensor de profundidad de esta cámara es un proyector de infrarrojos combinado con un sensor [CMOS](https://es.wikipedia.org/wiki/Complementary_metal_oxide_semiconductor) monocromo que permite a Kinect “ver”el entorno en tres dimensiones en cualquier condición de luz. El rango de detección de la profundidad del sensor es ajustable gracias al software de Kinect capaz de calibrar automáticamente el sensor.

Se requieren al menos 190 MB de espacio de almacenamiento disponible, el software del sistema Kinect permite a los usuarios utilizar la interfaz de la consola Xbox 360 mediante comandos de voz y gestos con las manos. Kinect utiliza técnicas de reconocimiento de voz y reconocimiento facial para la identificación automática de los usuarios. Entre las aplicaciones de vídeo que utiliza Kinect para realizar chat de voz o chat de vídeo con los usuarios u otros usuarios de Xbox 360 se encuentra [Windows Live Messenger](https://es.wikipedia.org/wiki/Windows_Live_Messenger). La aplicación puede utilizar la funcionalidad de seguimiento Kinect y el sensor de giro motorizado para ajustar la cámara para que el usuario se mantenga en el marco, incluso cuando se mueve. Otras aplicaciones promovidas por Kinect son [ESPN](https://es.wikipedia.org/wiki/ESPN) en Xbox 360 y [Zune](https://es.wikipedia.org/wiki/Zune) en Xbox Live. Los juegos que sólo se pueden jugar con Kinect cuentan con una etiqueta morada en la portada, con "Kinect" en la parte superior en letras blancas. Los juegos que requieran Kinect tienen una etiqueta púrpura en ellas mostrando una silueta blanca del sensor Kinect, con letras blancas explicitando "Requiere Sensor Kinect". Los videojuegos que tienen soporte opcional para Kinect (Kinect no es necesario para jugar al juego, o cuando un videojuego tiene [minijuegos](https://es.wikipedia.org/wiki/Minijuego) para Kinect) contarán con un sistema verde de Xbox 360 casos con una barra de color púrpura por debajo de la cabecera, esta barra mostrará una silueta del sensor Kinect y "Mejor con Kinect Sensor" junto a ella en el texto blanco.

<https://www.eurogamer.es/articles/digitalfoundry-especificaciones-finales-kinect>

### ¿QUÉ SON LOS SENSORES DE PROFUNDIDAD?

Los sensores de profundidad son una forma de telémetro tridimensional (3D), lo que significa que adquieren información de distancia multipunto en un amplio campo de visión (FoV). Las tecnologías de detección de distancia estándar normalmente miden la distancia utilizando uno o más sensores con campos de visión comparativamente estrechos. Por ejemplo, los sensores de distancia Lidar (detección de luz y rango) emiten una señal láser o infrarroja con campos de visión de hasta 2 ° que ofrece información precisa sobre una sola distancia pero datos de profundidad limitados. Para obtener una imagen precisa con percepción de profundidad 3D completa, los sensores deben poder generar una matriz de múltiples lecturas de distancia sobre un campo de visión.

Principles of Kinect (Primesensor) How Kinect works?

• Projects a known pattern (Speckles) in Near-Infrared light.

• CMOS IR camera observes the scene.

• Calibration between the projector and camera has to be known.

• Projection generated by a diffuser and difractive element of IR light,

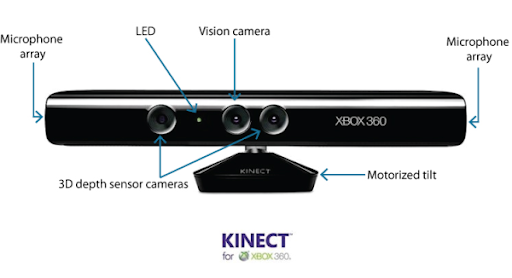
How calculate the depth data?

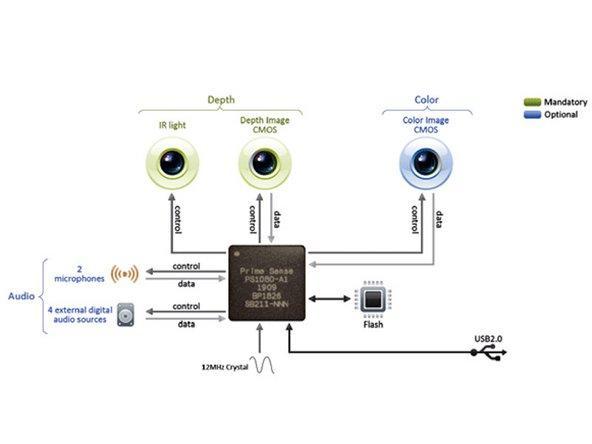
• Triangulation of each speckle between a virtual image (pattern) and observed pattern.

• Each point has its correspondence speckle.

<http://campar.in.tum.de/twiki/pub/Chair/TeachingSs11Kinect/2011-DSensors_LabCourse_Kinect.pdf>

### Estructura de la cámara de profundidad







Conectividad de la cámara con el ordenador El cable que sale de la Kinect tiene una terminación especial para conectarla a la Xbox. No obstante se dispone de un adaptador con una terminación de puerto USB que utilizaremos para conectarla al ordenador. La energía que proporciona el USB no es suficiente para alimentar a los sensores y el motor de inclinación de la cámara, por lo que también se dispone de una conexión adicional a la corriente eléctrica en forma de adaptador de corriente

<https://zaguan.unizar.es/record/12845/files/TAZ-PFC-2013-649_ANE.pdf>

### Rehabilitación articular y su importancia /perspectiva clínica

### Aplicaciones sanitarias con imagen - Exergames

*Los Exergames (un acrónimo de " ejercicio " y " juego” )es un término utilizado para los videojuegos que también son una forma de ejercicio o los videojuegos activos. surge en la década de los 80. .Son juegos en los que las acciones del avatar están sincronizados con los movimientos y gestos del jugador a través de sensores que captan el movimiento y permiten su interpretación por parte de la plataforma ganando experiencia motriz. Los sensores son diversos, pero todos tienen la misma finalidad, permitir que la experiencia del jugador sea más intuitiva.*

*Son juegos que pretenden estimular la movilidad del cuerpo entero mediante el uso de ambientes interactivos con experiencias inmersivas que simulan diferentes sensaciones de presencia.*

### 

El uso de programas de entrenamiento y rehabilitación articular y cognitiva asistido por computadora facilita abordar dificultades con precisión y consistencia. Este tipo de asistencia ha estado basado en los últimos años en juegos serios de tecnologías web, Realidad Virtual y Realidad Aumentada.

Efectividad

Los estudios de laboratorio han demostrado que algunos exergames pueden proporcionar una actividad física de intensidad ligera a moderada. [28] [29]

Una revisión sistemática de 2018 en el Journal of Medical Internet Research de 10 ensayos aleatorios que estudian los "Efectos sociales de los Exergames en los adultos mayores" encontró que "la mayoría de los estudios de exergame demostraron resultados prometedores para mejorar el bienestar social, como la reducción de la soledad, mayor conexión social y actitudes positivas hacia los demás ". [30]

Otra revisión sistemática de 2018 de 10 ensayos controlados aleatorios de exergaming en niños con sobrepeso encontró que pueden producir una pequeña reducción en el índice de masa corporal . [31]

A partir de 2016, el exergaming para personas con discapacidades neurológicas se había estudiado en alrededor de 140 pequeños ensayos clínicos en personas de todas las edades, para ver si el exergaming puede ayudar a este grupo a hacer suficiente ejercicio físico para mantener su salud. Este modo de hacer ejercicio parece atractivo en esta población desde una perspectiva de salud pública debido a su bajo costo y accesibilidad. [32] Los Exergames tienen el potencial de proporcionar ejercicios de intensidad moderada en esta población, pero la evidencia fue demasiado débil en el seguimiento a largo plazo para sacar conclusiones sólidas. [32]

Existe evidencia significativa en múltiples ensayos controlados aleatorios que relacionan el ejercicio con la mejora del funcionamiento cognitivo en adultos mayores sanos (con una edad media de 69 años) y el deterioro o mejora atenuada en adultos con deterioro cognitivo por enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer. [33]

Además, los estudios investigaron si el exergaming puede conducir a mejoras en el rendimiento cognitivo en poblaciones clínicas y no clínicas, como las que tienen TDAH y depresión. [34] [35] [36] Hay primeros resultados alentadores, pero la evidencia empírica aún es limitada. [4]

**Desarrollo de prótesis ortopédicas**

[http://www.levelup.com/noticias/16544/Kinect-podria-ayudar-a-desarrollar-protesis- ortopedicas/](http://www.levelup.com/noticias/16544/Kinect-podria-ayudar-a-desarrollar-protesis-%20ortopedicas/)

**Control de robots mediante comando corporales**

Algunos desarrolladores han utilizado Kinect para teleoperar robots de diferentes formas.

Algunos desarrolladores han optado por manejar el robot desde una plataforma móvil (cinta para correr). Mediante el avance o retroceso desde el punto medio de la cinta el usuario controla el avance del robot. Mientras que la cámara detecte que el usuario se encuentra avanzando en la parte delantera de la cinta el robot avanzara. Así mismo, si detecta que el usuario gira sobre si mismo (determinando que hombro se encuentra más cerca y cual más lejos) el robot comenzará a girar hacia el mismo lugar que el operador. Puede verse un video de esta implementación en el enlace siguiente: <http://www.youtube.com/watch?v=DEziMqYbpEs&feature=player_embedded>

Otra alternativa a la teleoperación es el reconocimiento de poses para modificar las rutinas del robot. De tal forma que si levantamos un brazo podemos parar la acción actual, si levantamos una pierna indicamos cambio de rutina... De esta forma con unos cuantos comandos podemos hacer una gran cantidad de rutinas distintas y que no se solapen unas con otras. La ventaja de usar este método frente al anterior es la no dependencia del uso de una plataforma, además del aumento de precisión en los movimientos. En el siguiente link hay un ejemplo de este tipo de teleoperación: [http://www.youtube.com/watch?v=GdepIXZTJsw&feature=player\_embedded#](http://www.youtube.com/watch?v=GdepIXZTJsw&feature=player_embedded)!

La ventaja de poder teleoperar robot mediante movimientos posturales en vez del uso de un mando radica en la sencillez de pasar de un tipo de movimiento a otro, por lo que podría usarse para mover robots en ambientes peligrosos como por ejemplo el manejo de brazos robóticos para manipular objetos peligrosos para el ser humano, ya sea por ser productos tóxicos, por su peso elevado o materiales explosivos.

**Visualización en quirófanos**

Un equipo del hospital “Toronto's Sunnybrook Hospital” ha desarrollado una aplicación que les permite consultar el historial e imágenes de los pacientes sin tener que salir de la sala de operación. Para la manipulación de las imágenes del paciente utilizan su propio cuerpo para avanzar, retroceder o hacer zoom, permitiendo la consulta por parte del cirujano.

La ventaja de utilizar este método es la reducción del tiempo de operación: se reduciría los componentes que necesitan esterilización, siendo imposible meter un ordenador dentro de un quirófano; la pérdida de tiempo por parte del cirujano sería considerable, debido al tiempo que tarda desde que sale, se esteriliza y vuelve a entrar.

Existe una empresa que ha decidido implementar y comercializar esta idea, se trata de Tedesys, una empresa cántabra que ha bautizado a la aplicación con el nombre de TedCas.

<http://www.youtube.com/watch?v=Lt5Dv250rPM&feature=player_embedded>

**Tratamiento parálisis cerebral**

La medicina y los videojuegos en ocasiones pueden ir de la mano. Un grupo de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia ha desarrollado un programa para aumentar la movilidad de personas con parálisis cerebral mediante el ejercicio.

Dicho programa captura los movimientos de los pacientes trasladándolos al juego. Según la patología del paciente, se seleccionará que parte del cuerpo debe trabajar asignando las velocidades y grado de dificultad del juego.

Cada sesión queda registrada en la ficha del paciente, que controla su progresión de velocidad, distancia... para evaluar la mejora de sus capacidades de forma desglosada.

<http://www.agenciasinc.es/Noticias/Investigadores-de-la-UCH-aplican-el-sensor-Kinect-en-tratamientos-de-paralisis-cerebral>

**Control del peso**

Un equipo de investigadores de Eurecom, escuela de ingeniería e investigación situada en Sophia Antipolis (Francia) ha desarrollado una aplicación que mediante su algoritmo de análisis de varios parámetros del cuerpo humano son capaces de evaluar el peso de una persona mediante la utilización de la cámara Kinect.

Cuando la persona se sitúa a la distancia óptima de la cámara (unos 2 metros), ésta captura varios puntos de referencia para determinar el género del individuo, altura, longitud y circunferencia de los brazos, cintura, piernas y cuello. Las medidas obtenidas se comparan con una base de datos antropométricos del National Health and Nutrition Examination Survey, cuya base de datos cuentan con medidas de unas 28000 personas. El sistema tiene un error aproximado de unos 3 Kg.

Varias empresas se han dado cuenta del potencial de Kinect para calcular el volumen y forma corporal y tambien han desarrollado una aplicación para escanear el cuerpo. Se pretende utilizar Kinect para el análisis corporal y poder conseguir registrar los cambios y evolución en el cuerpo de un deportista o una persona que realice una dieta.

La aplicación de momento se puede usar de forma gratuita debido a que de momento siguen en fase de pruebas. Para acceder se puede entrar en el siguiente link: <https://enforme.vlam.ca/Welcome/login>

Rehabilitación tras accidente cerebrovascular

<https://www.youtube.com/watch?time_continue=101&v=PVgiEtDbsQM&feature=emb_logo>

<https://computerhoy.com/noticias/hardware/como-funciona-kinect-aplicada-ciencia-medicina-7596>

.[Desarrollo de un software de análisis biomecánico a través de datos de captura de movimiento usando el sensor KINECT para rehabilitación asistida con video juegos](https://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/entrecei/article/view/2499/2380)

.[Un Framework para la Rehabilitación Física en Miembros Superiores con Realidad Virtual](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32291708/concisa13.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUn_Framework_para_la_Rehabilitacion_Fisi.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191224%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191224T111915Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=aa470c005c5162c1309847141a7484ef4c2c01cca7941ef81db1f5801b981099)

.[Sistema de Rehabilitación basado en el Uso de Análisis Biomecánico y Videojuegos mediante el Sensor Kinect](https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234341004.pdf)

.[Advant y Advant-ed: plataforma para el entrenamiento cognitivo y físico con Kinect](https://diversidad.murciaeduca.es/publicaciones/dea2012/docs/vgonzalez.pdf)

.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6034563/>

.<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143816618302240>

!!**.<https://eprints.ucm.es/44670/1/Uso%20de%20Kinect%20para%20el%20entrenamiento%20de%20actividades%20f%C3%ADsicas.pdf>**

.[file:///Users/elena/Downloads/KinectHIG.2.0.pdf](about:blank)

.<http://gvvperfcapeva.mpi-inf.mpg.de/public/InertialDepthTracker/InertialDepthTracker.pdf>

.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6034563/>

<https://europepmc.org/article/med/28211829>

# Fundamento teórico

## Obtención y procesamiento de la imagen

## SDK

### Que es - Como funciona

#### Obtención de las articulaciones

#### Representación de los joints

## Entorno de desarrollo

## Analisis del sistema

## Tipo de arquitectura

## Diseño

## Tablas de BD

Instllar eXist-db

https://www.solvetic.com/tutoriales/article/1521-primeros-pasos-con-existdb/

# Prototipo

# Requisitos

## Software

## Hardware

## Compatibilidades

# Gestión del proyecto

## Ciclo de vida

## Riesgos

# Alternativas

## Alternativas software

## Alternativas Hardware

Otras cámaras:

Kinect V2

RealSense

Astra S Orbbec

Otros programas: unity, matlab, visual studio…

Bases de datos:

mySQL, ExistDB

Redes neuronales VS. SDK

# Presupuesto

El presupuesto para la realización del proyecto puede variar según si se tiene licencia de Matlab o no. Para la realización del proyecto se utilizó la licencia proporcionada por la Universidad de Alicante por lo que el precio de realización del proyecto baja considerablemente.

* Cámara Kinect con cable adaptador para conexión con ordenador

Precio de la cámara: 150 €

* Requisitos del ordenador Total: 700 $
* Inversión para la realización del proyecto. Dado que se trata de un trabajo fin de grado el coste de personal es nulo.

Por lo tanto el precio del presupuesto final es de €

Tanto el paquete de Microsoft, PrimeSente y OpenCV son gratuitos por los que no se tendrán en consideración para calcular el presupuesto.

Además se considera que el precio del ordenador no se tendrá́ en cuenta. Los precios que se han tenido en cuenta son los siguientes:

# Conclusión y futuro

Dados los últimos acontecimientos referentes al Covid se han suspendido todo tipo de visitas a centros de salud, rehabilitación y se ha limitado el aforo en hospitales. Es por ello que cobra mas importancia la telemedicina y la asistencia remota. Sería posible el que el fisioterapeuta realizase el ejercicio a llevar a cabo en un punto y que se enviase directamente al paciente indistintamente de su ubicación. Solo seria necesario el tener la cámara, un ordenador y la aplicación correspondiente. Hablamos de un sistema prácticamente Una vez realizado en casa

# Bibliografía

# Anexos

# AÑADIR

* PROBLEMAS
  + TIENE QUE DETECTAR EL CUERPO ENTERO DE PIE PARA PODER DETECTAR PARTES.
* CALCULO DEL VECTOR POR EXTREMIDAD (ARTICULO RESEARCHGATE)
* CALIBRADO DE CAMARAS
* Redes neuronales pre entrenadas – OpenPose / COCO

COCO Consortium ([cocodataset.org](https://cocodataset.org/))2

[2] Lin, T., et al. "Microsoft COCO: Common objects in context. arXiv 2014." arXiv preprint arXiv:1405.0312.

[simplePoseNet.mat](https://github.com/matlab-deep-learning/human-pose-estimation-with-deep-learning/releases/)

<https://es.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/76860-human-pose-estimation-with-deep-learning>

Requirements:

MATLAB R2019b or later

Deep Learning Toolbox

Computer Vision Toolbox

Image Processing Toolbox

* Deep Learning

Requisitos de Matlab - Required Toolboxes

<https://es.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/76860-human-pose-estimation-with-deep-learning>

* Pose Estimation Toolbox requires the following products:
* MATLAB® R2019b or later (due to the R2019b new feature)
* Deep Learning Toolbox™
* Image Processing Toolbox™
* Computer Vision Toolbox™
* Parallel Computing Toolbox™ (Required for using GPU computation)

To deploy the model to a NVIDIA Jetson or Drive platforms, you'll also need the following products.

* MATLAB Coder™
* GPU Cder™
* GPU Coder Interface for Deep Learning Libraries support package (Addon package for GPU Coder)
* GPU Coder Support Package for NVIDIA GPUs (Addon package for GPU Coder)