



**UNIVERSIDAD PRIVADA BOLIVIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Ingeniería de Sistemas Computacionales**

## **PRÁCTICA INTERNA**

# **Desarrollo de un Sistema Interactivo con Body Tracking**

**Estudiantes:  
Ricardo Fernández  
Juan Diego Garcia  
Brami Prudencio**

**Docente: Ingeniero Marcelo Lopez**

**Cochabamba, Septiembre 2019**



# Contents

<b>1</b>	<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>4</b>
3.1	Objetivo General . . . . .	4
3.2	Objetivos Específicos . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Estudio de Diagnóstico</b>	<b>5</b>
4.1	Seguimiento de la Pandemia . . . . .	5
4.2	Investigación Sobre Los Dispositivos Pioneros en el área de Body Tracking	6
4.2.1	Kinect desarrollado por Microsoft . . . . .	6
4.2.2	PlayStation Camera desarrollado por Sony Computer Entertainment . . . . .	7
4.2.3	Ámbito Clínico . . . . .	7
4.2.4	Ámbito Pedagógico . . . . .	8
4.2.5	Ámbito De Entretenimiento y Entrenamiento . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>13</b>
5.1	Body Tracking/Motion Capture . . . . .	13
5.1.1	Skeletical Tracking . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Estudio de alternativas</b>	<b>17</b>
6.1	Análisis de Alternativas actualmente disponibles en el mercado . . . . .	17
6.1.1	Entretenimiento . . . . .	17
6.1.2	Analizadores Médicos . . . . .	18
6.2	Análisis de Alternativas En Herramientas Disponibles Para el Desarrollo	18
6.2.1	borrar esta parte . . . . .	19
<b>7</b>	<b>Metodología</b>	<b>21</b>
7.0.1	Gráfica Burn-Up . . . . .	21
7.0.2	Gráfica Burn-Down . . . . .	21
<b>8</b>	<b>Diseño del Proyecto</b>	<b>23</b>

<b>9 Plan de Actividades</b>	<b>24</b>
9.0.1 Cronograma . . . . .	25
<b>10 Evaluación Financiera Comparada</b>	<b>26</b>
<b>11 Conclusiones</b>	<b>27</b>
<b>12 Recomendaciones</b>	<b>30</b>
<b>13 Anexos</b>	<b>31</b>

# List of Figures

4.1	Ejemplo de un Kinect y su Uso en el Sistema Interactivo Kinect Sports	7
4.2	Ejemplo de un Kinect y su Uso en el Sistema Interactivo Kinect Sports	8
4.3	Ejemplo de Rehabilitación empleando Body Tracking . . . . .	9
4.4	Ejemplo de Clase de Educación Física empleando Body Tracking . . . .	10
4.5	Sistema De Clasificación PEGI . . . . .	11
4.6	Sistema De Clasificación ESRB . . . . .	12
5.1	Ejemplo de Clasificación de imagen de TensorFlow . . . . .	14
5.2	Ejemplos de Body Tracking . . . . .	15
5.3	Diversos Tipos de Seguimiento al Esqueleto seleccionados por OpenPose para el desarrollo del proyecto . . . . .	15

# Resumen

Resumen breve y conciso que informa el contenido del trabajo de grado. Se recomienda que esté constituido por la presentación de los antecedentes y su importancia, la formulación de los objetivos, la descripción del método o procedimiento y la presentación de los resultados obtenidos. Debe redactarse en los idiomas español e inglés 1-2 paginas

# Introducción

This is intro

# Objetivos

## 3.1 Objetivo General

Desarrollo de un sistema interactivo con Body Tracking, empleando una cámara común para entrenamiento, seguimiento de posiciones, técnicas, baile, de uso personal en el hogar.

## 3.2 Objetivos Específicos

1. Utilizar software existentes para el seguimiento corporal careciendo de una cámara de profundidad.
2. Implementar una función para registrar mapas propios del usuario.
3. Proveer una alternativa Open Source factible al mercado de sistemas interactivos con Body Tracking tales como Just Dance.



# Estudio de Diagnóstico

## 4.1 Seguimiento de la Pandemia

A causa del COVID-19, a nivel global se han registrado aproximadamente 34 millones de personas contagiadas y 1 millón de muertes confirmadas hasta la fecha 1 de Octubre del año 2020, cuyo desenlace causa pánico y desorden público a través del mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró al COVID-19 como una emergencia de salud internacional, dando recomendaciones para prevenir y controlar el contagio de la misma. En Bolivia se tiene registrados 135,311 enfermos, de los cuales 7.965 han fallecido y 31.817 casos activos restantes, además de 95.529 pacientes dados de alta, dando al COVID-19 un ratio de mortalidad de 5,89% en Bolivia. Eventualmente se tomaron medidas de prevención, las cuales son fuertemente criticadas independientemente de la calidad de resultados, siendo la principal la declaración de una cuarentena que ha impactado servicios de transporte, comercio, entretenimiento, educativo y muchos más; por lo cual se han estado viendo sofocadas las posibilidades de salir libremente y realizar actividades que solían ser consideradas como cotidianas.

Esta cuarentena implicó que las ciudades del mundo impongan nuevas leyes de confinamiento, implementando advertencias, multas y cárcel para quienes incumplan las mismas, así mismo, se cancelaron eventos festivos, se cerraron escuelas y pospusieron clases, incluso negocios que no eran considerados necesarios para la primera necesidad de la población tuvieron que cerrar temporalmente durante largo tiempo hasta que las personas adoptaron costumbres de higiene personal. El deporte ha sufrido especialmente debido a la influencia del COVID-19 como nunca antes ha acontecido, por ello las personas, especialmente los deportistas precisan de mantener sus rutinas diarias de ejercicio físico y las empresas deben planear nuevos modelos de negocio en orden de ajustarse a los cambios.

Se recomienda hacer ejercicio durante al menos 30 minutos cada día o al menos 20 minutos de exigencia vigorosa. En cuanto a niños, ancianos o enfermos crónicos, consultar con un medico es recomendado. Mantenerse en casa es efectivo para evitar la expansión de esta enfermedad, pero mantener la actividad física es un punto importante.

El ejercicio en casa puede realizarse de demasiadas formas y muy variadas, basta con buscar un ambiente que respete las medidas de prevención para el COVID-19 y sea

un espacio mínimamente grande para moverse cómodamente con los brazos y piernas extendidos, aunque no sean de las mejores practicas, es incluso suficiente un metro cuadrado para entrenar en distintos deportes o disciplinas. Se pueden exhibir múltiples ejemplos de ejercicio, por lo que es casi imposible tener una excusa, la población que no puede darse el lujo de ejercitarse, esta en una situación deplorable económicamente, carece del tiempo debido a un exceso insano de trabajo, problemas de salud u otros. Se pueden realizar entrenamientos desde flexiones, sentadillas, abdominales, trotar en el mismo lugar y hacer juego de pies, así mismo se puede practicar Yoga, Tai Ji Quan, Karate, Tae Kwon Do y diversas artes marciales que poseen técnicas y practicas tanto en ambientes grandes como pequeños y puede ser practicado en relativamente cualquier momento, solo con la presencia de voluntad y un tiempo bien administrado. Existen innumerables vídeos y guías de ejercicio para realizar en Internet y televisión e incluso juegos o aplicaciones para poder ejercitarse lo necesario o ir más allá.

Esto no significa que el deporte o el ejercicio deba ser obligatoriamente limitado o que se deben restringir si no se cumple con estas restricciones, sino que esta es una medida más en contra de la expansión del COVID-19 hasta que exista una vacuna o resistencia efectiva ante ella [2].

La tutoría de entrenadores a deportistas siempre ha sido a partir de ordenes y tutoriales cuya base teórica es el enfoque cognitivo (aprender procesando la información a partir de lo que vemos y adquirimos de esa experiencia). Esto significa que la experiencia personal y el entrenamiento previo o visualización de resultados de los entrenadores se verá reflejado en su metodología de enseñanza, señalizando principalmente ordenes de ejecución de movimiento, entrenamiento mental (cuyo objetivo es desarrollar la autoestima y pensamiento/visualización positiva) y la retroalimentación para corregir errores y perfeccionar la técnica[9].

## **4.2 Investigación Sobre Los Dispositivos Pioneros en el área de Body Tracking**

En principio, el Body Tracking con cámaras ha ido evolucionando y existen varias herramientas y entornos que se explicaran a futuro en el Estudio de Alternativas, que permiten introducir a campos de estudio y entretenimiento a experimentar con el uso de las herramientas de Body Tracking, como el medico y educativo.

### **4.2.1 Kinect desarrollado por Microsoft**

Para exponer un ejemplo revolucionario de esta nueva rama, se menciona el dispositivo Kinect, siendo uno de los dispositivos más famosos, pero desacreditado del potencial que una vez tuvo, fue desarrollado por Microsoft por 20 años, se publico el año 2010 y su venta se descontinuo en abril del 2016, debido a la llegada de nuevas alternativas como



(a) Dispositivo Kinect



(b) Ejemplo de Uso de Kinect

Figure 4.1: Ejemplo de un Kinect y su Uso en el Sistema Interactivo Kinect Sports

la realidad virtual, su trágica implementación al mercado que decanto a los usuarios y su sobre coste consumaron el hecho, a pesar de ello, desde el 2011 se lo adapto para PC desde Windows 7 y permitió el desarrollo libre.

Una fortaleza del desarrollo de está tecnología son las opciones que enriquecen las posibilidades de los usuarios en su experiencia con la tecnología, siendo el principal beneficiario la industria de los videojuegos. "Kinect ofrece una increíble cantidad de diversión a jugadores casuales, y su creativo concepto de ser libre de un control es innegablemente atractivo" denota una reseña realizada por IGN. Si bien los sistemas interactivos que emplean Body Tracking son duramente criticados tanto por críticos y usuarios, no se puede dudar de su éxito en ventas, se distinguió por ser el dispositivo electrónico de consumo más vendido en el Guinness World Records durante ese año.[1] Posteriormente, al mencionar Sistemas Interactivos con Body Tracking, se requiere de denotar la dificultad de mostrar resultados, debido a la pobreza de condiciones en muchos ambientes que los usuarios tienen, subiendo las expectativas de su desarrollo.

#### 4.2.2 PlayStation Camera desarrollado por Sony Computer Entertainment

El modelo comercial actual es la PlayStation Camera, la cual es un sensor de movimiento y un accesorio de cara para la PlayStation 4 y la Play Station 5, fue desarrollado por Sony Computer Entertainment,.

Su modelo previo fue el PlayStation Eye, siendo lanzado al mercado desde el 2007, si bien fue lanzado al mercado antes que el Kinect, sus aplicaciones se distinguían en distintos campos y utilidades. Su visión estaba concentrada en una investigación investigación de chat audio visual con quien tengan conexión, además del reconocimiento facial, de gestos, colores y proporcionar con ello una realidad mixta para socializar.

#### 4.2.3 Ámbito Clínico

Realizando un enfoque principal en el papel de la rehabilitación, desde la perspectiva médica, se realizaron estudios sobre un uso alternativo a Body Tracking, distinguiendo



Figure 4.2: Ejemplo de un Kinect y su Uso en el Sistema Interactivo Kinect Sports

su accesibilidad y fácil desarrollo, además que se reportan altos niveles de gozo con la interacción y ejercicio con familiares y amigos.

Se realizaron múltiples estudios, para distintas enfermedades, lesiones y situaciones medicas, se mencionaran un par de ejemplos para señalar su eficiencia. Un grupo de investigadores, estudiaron el tratamiento de deficiencia neurológica empleando consolas, tales como el Sony Playstation®2 [10] y Nintendo Wii [5] como punto de apoyo para empleo en terapias, lo que niega la objetividad negativa hacia la iniciativa del empleo de sistemas interactivos de esta índole.

La detección de movimiento y la tecnología gráfica empleada en software comerciales no se limitan al movimiento de un control convencional, permiten al usuario sentir estímulos necesarios para optimizar las habilidades motoras precisas que se buscan rehabilitar, más allá de agitarse de un lado a otro. Como teoría no cumplen los requerimientos de intervención precisa de una manera sistemática, necesarios desde el punto de vista tradicional, sin embargo, su potencial puede ser útil en el camino de la rehabilitación [6].

Siendo un estudio en el ámbito, la rehabilitación basada en Simuladores Interactivos, creando desafíos de bajo costo y desarrollados de manera Amateur, para secundar la motivación de personas hospitalizadas, particularmente aquellas que necesitan recuperarse de una lesión de trauma cerebral, médula espinal o amputaciones [6]. La retroalimentación indica que en general, se enmarcaron los desafíos como divertidos y retadores, viendo con positivismo su uso posterior en el hogar de estar disponible [7].

#### 4.2.4 Ámbito Pedagógico

Si bien se suspendieron las clases de este año académico a nivel primaria-secundaria en Bolivia, una obligación que consume una sustancial cantidad de tiempo es la asistencia escolar y una de las facetas importantes, la implementación de actividad física, conlleva un potencial impacto en la capacidad del estudiante de evadir una vida sedentaria



Figure 4.3: Ejemplo de Rehabilitación empleando Body Tracking

reclusa y comprometerlo a actividades moderadamente intensas de practica fuera de la labor estudiantil [3].

Se realizaron estudios sobre el potencial de los sistemas interactivos y discusiones sobre la facilidad que proporcionan en la educación y enseñanza, sin embargo, el presupuesto necesario no es necesariamente bajo para un colegio, lo cual ha privado a Bolivia de considerar estas opciones. Si este caso no impusiera un impacto negativo en la decisión de implementarlos, podría ser considerado limpiamente como oportuno.

Los sistemas interactivos utilizan una tecnología basada en acciones de movimiento, el cual puede envolverse con un importante aspecto interactivo pedagógico, el beneficio a la inteligencia corporal-kinestésica. Se resalta el potencial que ofrece para mejorar la interacción y discusión saludable entre el alumnado y las habilidades de los profesores para manipular y presentar equipos y material multimedia. Como una herramienta educativa, tiene la capacidad de impulsar la motivación, promover el aprendizaje e interés de las actividades, crear un entorno agradable y competitivo en la clase[8].

Sin embargo, no se puede descartar las dificultades del espacio requerido, la necesidad de calibrar los dispositivos y el cambio de metodología pedagógica para incluir el sistema interactivo, por encima de todo, la persuasión a las unidades estudiantiles y a los profesores de modificar la manera tradicional de enseñar educación física, ya que los estudios aún no son claros en su totalidad de que tan tangibles son los resultados en comparación al tradicional [3].

#### 4.2.5 Ámbito De Entretenimiento y Entrenamiento

Un campo popular es aquel que requiere de una forma lúdica de realizar actividad física y ejercicio, ya que, al igual que en el ámbito pedagógico y clínico, su objetivo es incitar al usuario a realizar ejercicio de una u otra forma, sin embargo, esta vez el enfoque es distinto, buscando desgastar el cuerpo de los usuarios para poder relajarse o cansarse.

Este ámbito tiene una característica importante y es su amplio margen de usuarios potenciales, los cuales, han sido mermados debido a que hasta el momento, han tenido



Figure 4.4: Ejemplo de Clase de Educación Física empleando Body Tracking

la necesidad de adquirir dispositivos como Kinect o Play Station Camera para acceder a estos juegos interactivos.

### **Clasificación de Edades Para el Uso de Sistemas Interactivos de Entretenimiento y Entrenamiento**

Los sistemas interactivos están diseñados para distintos públicos según las temáticas que presenta el producto, en el caso de entretenimiento y entrenamiento, la población dirigida no tiene restricciones de edad, ya que títulos como Just Dance o Shape Up, ambas de la empresa Francesa Ubisoft, que clasifican sus títulos como apto para todo público en la clasificación por edades, exponiendo los sistemas de clasificación Europeo y Estadounidense, se encuentran el sistema PEGI y ESRB respectivamente.

En Latinoamericano, el año 2014, Colombia ofrece en la ley No. 1554, un nuevo sistema para clasificación de Sistemas Interactivos que se comercialicen de una u otra forma, como el alquiler o venta.

- Circulación Abierta, la clasificación para el público general. En principio de temática deportiva, educativa, informativa y fantástico.
- Circulación Restringida, clasificada para un publico mayor a 18 años. Su contenido referencia actos discriminatorios, conflicto, consumo de sustancias controladas, consumo de bebidas alcohólicas, desnudez, sexo o sexualidad, lenguaje soez, derramamiento de sangre, muerte, lesiones humanas o apuestas por dinero o propiedades.

### **Sistema PEGI**

En el sistema Pan European Game Information (PEGI), cuyo objetivo es clasificar el contenido de sistemas interactivos y software de entretenimiento.

El sistema PEGI fue desarrollado por la Federación Europea de Software Interactivo (ISFE) y se puso en practica desde el 9 de abril de 2003, empleado por 25 países. El sistema cuenta con la evaluación del Instituto Holandés para la Clasificación de Contenido Audiovisual (NICAM), como historial de trabajo, NICAM fue responsable también del sistema holandés para la clasificación de edades de películas.



Figure 4.5: Sistema De Clasificación PEGI

Todas las categorías contienen un modo de juego en línea y de compras dentro del juego. En la figura 4.5 se encuentran las categorías del sistema PEGI, los cuales son:

- Apto para todo público: Violencia en un grado moderado.
- Apto para mayores de 7 años: Violencia moderada, uso de armas y terror moderado.
- Apto para mayores de 12 años: Violencia moderada, uso de armas, lesiones, muerte censurada, lenguaje soez, terror moderado, referencias vagas a sexo y apuestas moderadas y vigilancia.
- Apto para mayores de 16 años: Violencia, uso de armas, lesiones, muerte, derramamiento de sangre, lenguaje soez, terror, temas sexuales, sustancias controladas y apuestas.
- Solamente adultos: Además de todo lo anterior, se añade la discriminación y erotismo, solo para personas con criterio o conscientes.

## Sistema ESRB

Con el mismo objetivo que el sistema PEGI, el sistema Entertainment Software Rating Board (ESRB), es la versión estadounidense para clasificación de contenido de sistemas interactivos, para asignar categorías que dependen del contenido y temática.

Se estableció en 1994 por la Entertainment Software Association (ESA), la cual es una asociación comercial de la industria de sistemas interactivos en Estados Unidos. Se fundó inicialmente con el nombre de Interactive Digital Software Association (IDSA), renombrado el 16 de julio de 2003. Es conocido mundialmente por ser empleado por empresas que son miembros de ESA, entre ellos Capcom, Square Enix, Ubisoft, Bandai Namco Entertainment, Nintendo.

La ESA también prepara la exposición anual de videojuegos Electronic Entertainment Expo (E3) en California, Los Ángeles.

En la figura 4.6 se encuentran las categorías del sistema ESRB, los cuales son:

- Early Childhood: Contenido apto para niños, específicamente desarrollados para público infantil. Se retiró la categoría en 2018.



Figure 4.6: Sistema De Clasificación ESRB

- Everyone: Una selección de títulos diseñados para todo publico, minimizando violencia fantástica y empleo de insultos leves. Aplica al deporte.
- Everyone 10 and up/Everyone: Permite violencia leve o fantastica, sangre animada, insultos leves. Apto para mayores de 10 años.
- Teen: Contiene derramamiento de sangre, temas sugerentes, violencia moderada o humor negro, en varios casos, juegos de azar o apuestas.
- Mature 17+: Contienen violencia, sangre, horror, temas sexuales e insultos. Apto para mayores de 17 años.
- Adults Only 18+: Escenas prolongadas de violencia o temas sexuales, apuestas y azar con dinero real o ficticio y sangre o desnudez frecuentes. Usualmente contiene temas de controversia o exageraciones que requieren de restricciones.
- Rating Pending: Se desconoce su categoría, debido a su reciente lanzamiento, usualmente depende de la intensidad de la temática presentada por el sistema interactivo.



# Marco Teórico

El proyecto es un sistema interactivo que busca proporcionar al usuario independientemente de sus intereses, el cumplimiento de sus expectativas, siendo un desarrollo a conciencia, pero sin tomarlo demasiado en serio, busca también romper el estereotipo que imponen los proyectos de esta modalidad, que si bien, ofrecen un producto de relativa buena calidad y mantenimiento, son o bien productos comerciales como es el caso de Just Dance o productos privatizados como son los desarrollados para la medicina.

En cambio, se tiene la expectativa de ofrecer al nivel de Open source del proyecto, que a la larga atraiga a más miembros, al igual que Linux o Apache y pueda expandir sus horizontes y calidad del producto, teniendo presente que Open Source no significa simplemente compartir el acceso al código fuente, como indica la Open Source Definition (OSD).

El desarrollo del proyecto empleara los recursos disponibles y al alcance de cualquier desarrollador, por tanto, no tomara en cuenta el manejo de cámaras de profundidad, esta aclaración es necesaria, ya que la calidad del producto final puede ser muy variable al de proyectos similares y es una característica más por la que sobresaldría este proyecto, ya que reduciría el presupuesto necesario para el consumidor.

A continuación, se debe mencionar factores importantes sobre la implementación del proyecto, como las propiedades del Body Tracking, la verdadera forma que tiene esta herramienta que tiene para ofrecer al software, por que no sobra mencionar las distinciones entre una cámara normal y una de profundidad.

## 5.1 Body Tracking/Motion Capture

El seguimiento corporal del cuerpo, normalmente conocido como Body Tracking o Motion Capture hace referencia al seguimiento del cuerpo humano a través de una cámara, existen dos acercamientos a este estudio, el enfoque de ajuste del modelo y el enfoque de aprendizaje. El enfoque de ajuste del modelo involucra ajustar el modelo formulado según imágenes previas cargadas, estimando parámetros de puntos especificados de la imagen, sin embargo, es demasiado dependiente de extremos locales y la inicialización adecuada, lo cual lo vuelve inservible en ambientes nuevos. Este modelo comparte una similitud al método Monte Carlo basados en cadenas de Markov [11].

En cambio, el enfoque de aprendizaje requiere de grandes cantidades de imagenes con notas y especificaciones del esqueleto en las imagenes, incrementando las dimensiones

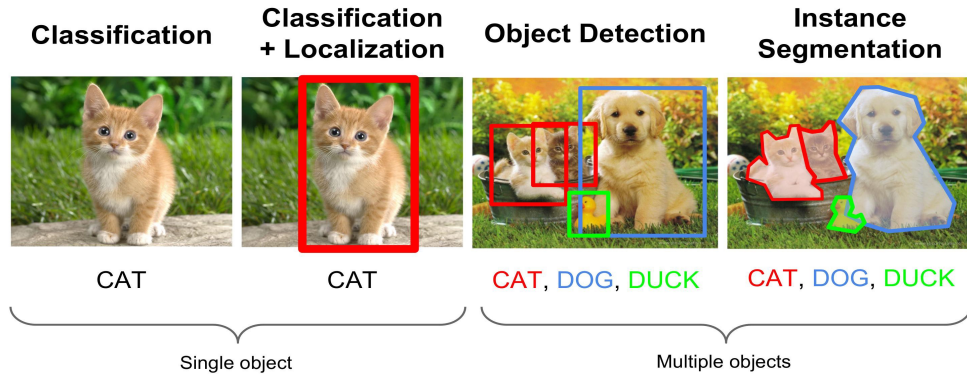


Figure 5.1: Ejemplo de Clasificación de imagen de TensorFlow

de espacio y memoria requerido. Un ejemplo de este tipo de reconocimiento es la herramienta PoseNet, derivado de TensorFlow, empleado para identificar objetos a partir de una base de datos propia que clasifique los elementos que se buscan identificar con silueta y nombre.

Finalmente se emplea la iteración del punto más cercano [4] el cual usa un enfoque de inicialización del esqueleto a través de fotogramas subsecuentes, clasificándolos con vértices y segmentos en un modelo 3D para este propósito.

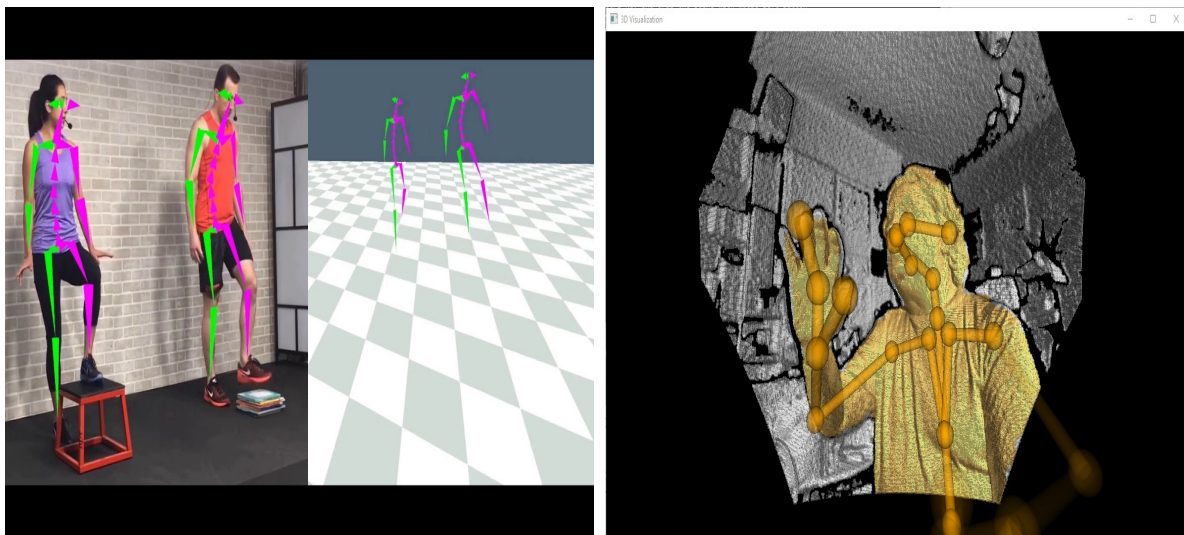
La estimación de las poses humanas representan una problemática compleja de solucionar, el cual tuvo un largo trayecto hasta salir a la luz. La complejidad se centra en las múltiples limitantes, como las mascotas, los objetos del área, las personas de alrededor, la variación del escenario, los parámetros del cuerpo (el tamaño, longitud de las extremidades, torso y otras partes del cuerpo) y la iluminación.

Empleando las herramientas de seguimiento del Esqueleto, sensores de profundidad y sensores RGB, a medida que el tiempo corre, la necesidad de herramientas como los sensores va volviéndose obsoleta con el nacer de herramientas como PoseNet y OpenPose, que con el apoyo del Hardware mínimo necesario, son capaces de proporcionar la misma calidad de seguimiento corporal.

### 5.1.1 Skeletical Tracking

Este fue una innovación brindada por el controlador Kinect al mercado comercial, Su demanda fue elevada en la época y hasta el día de hoy sigue siendo empleado, el reconocimiento de una persona desde cualquier angulo o distancia, tomando en cuenta su figura, tamaño, colo, cabello, ropa y el ambiente. Se emplea el escaneo de la imagen para reconocer puntos importantes del cuerpo que representan al cuerpo, tales como la cabeza, cuello, hombros, brazos, piernas y otros 10 a 20 puntos dependiendo la herramienta de reconocimiento que se emplee.

La herramienta seleccionada para el proyecto es OpenPose empleando este modelo de Formato de salida, para los datos del seguimiento del esqueleto es emplear la flag `write_json` para guardar la información dentro un JSON, el cual contiene un objeto de esqueleto de persona dentro, que contiene un vector `pose_keypoints_2d` con puntos 2D para localizar y detectar cada punto de unión `x1,y1,c1,x2,y2,c2,...`. Las coordenadas `x`



(a) Ejemplo 1

(b) Ejemplo 2

Figure 5.2: Ejemplos de Body Tracking



(a) Reconocimiento OpenPose Tipo BODY\_25 (b) Reconocimiento OpenPose Tipo COCO

Figure 5.3: Diversos Tipos de Seguimiento al Esqueleto seleccionados por OpenPose para el desarrollo del proyecto

y y en el rango de  $[0,1]$ ,  $[-1,1]$ .

Además de la existencia de los vectores `face_keypoints_2d`, `hand_left_keypoints_2d` y `hand_right_keypoints_2d`, análogos a `pose_keypoints_2d`, los cuales debido a la masiva carga de memoria que requieren y la falta de ella (mínimo 4GB de Memoria dedicada estimada, contando solo con 2GB en el equipo proporcionado) serán ignorados, pero empleando `pose_keypoints_2d`.

Como dato, los vectores análogos `body_keypoints_3d`, `face_keypoints_3d`, `hand_left_keypoints_2d` y `hand_right_keypoints_2d` (si `-3d` flag se habilitase), en vez de `x1,y1,c1,x2,y2,c2,...`, el formato sería `x1,y1,z1,c1,x2,y2,z2,c2,...`, donde 0 sería 1 o 0 dependiendo si la reconstrucción 3D es exitosa.

Se empleara el API de BODY\_25 para mostrar el esqueleto, que consiste en mostrar 25 puntos del esqueleto, cada uno con su conexión en los siguientes puntos clave:

{0, "Nose"}, {1, "Neck"}, {2, "RShoulder"}, {3, "RElbow"}, {4, "RWrist"}, {5, "LShoulder"}, {6, "LElbow"}, {7, "LWrist"}, {8, "MidHip"}, {9, "RHip"}, {10, "RKnee"},

{11, "RAnkle"}, {12, "LHip"}, {13, "LKnee"}, {14, "LAnkle"}, {15, "REye"}, {16, "LEye"}, {17, "REar"}, {18, "LEar"}, {19, "LBigToe"}, {20, "LSmallToe"}, {21, "LHeel"}, {22, "RBigToe"}, {23, "RSmallToe"}, {24, "RHeel"}, {25, "Background"}

En cuanto al resultado, este se puede guardar en formatos estándar (JSON, XML, PNG, JPG,...), existen suficientes herramientas de uso libre para leerlos, por tanto cargar los datos y cargar las imagenes, no debería representar un desafío.

### **Normalización de Imagenes Empleando Dssim/TensorFlow**

En espera, todavía no hay nada para saber como comparar imagenes

# Estudio de alternativas

## 6.1 Análisis de Alternativas actualmente disponibles en el mercado

En la actualidad, en la extensión de la investigación, existen productos comerciales y proyectos privados que se asemejan a las características ofrecidas por el proyecto, son en su mayoría de índole privatizada especialmente en el campo de la medicina, donde solo se hace mención a sus resultados, sin embargo, ninguna resalta por su accesibilidad gratuita, distinguiendo el proyecto del factor común. Siendo las aplicaciones y programas desarrollados con un enfoque principal en entretenimiento, como es el caso de videojuegos y medicina, en analizadores médicos y programas de rehabilitación.

### 6.1.1 Entretenimiento

Cuando se referencia a un sistema de detección de pose del cuerpo, se nombran varios videojuegos de baile, siendo las primeras y más importantes sagas, las desarrolladas por Ubisoft como Just Dance o Dance Experience, enfocadas en realizar coreografías pre-diseñadas para canciones populares en la época del lanzamiento de sus entregas; a pesar de que en Just Dance han existido niveles con temática de artes marciales, estas no contaban con la intención de ser un entrenamiento educativo, sino un baile con el propósito de entretener utilizando movimientos basados del arte marcial.

Además de las mencionadas, existe otro género en los videojuegos enfocado al entrenamiento físico, como Shape Up de Ubisoft y Wii Fit de Nintendo, estas enfocadas más a un entrenamiento físico casual como es el caso de Shape Up, donde se incentiva al jugador a realizar ejercicios anaeróbicos de alta intensidad como son flexiones, abdominales o sentadillas y Wii Fit enfocado a rutinas de Yoga, equilibrio y aeróbicos; demostrando las diferentes aplicaciones y posibilidades de desarrollo y resultados.

#### Just Dance

Un éxito comercial e inspiración del proyecto es este sistema interactivo, que emplea al máximo el controlador Kinect y el Body Tracking con comandos de voz para ofrecer

un uso casual y entretenido. Se espera que el equipamiento provisto para el proyecto, carente de una cámara de profundidad (elemento sobresaliente en el controlador Kinect), permita el desarrollo adecuado de las características de Body Tracking.

### 6.1.2 Analizadores Médicos

En esta rama, la información es más privatizada o proporciona un menor alcance al público, no obstante, se ha encontrado que se utiliza la tecnología planeada para controlar la pose del usuario, ya sea en pruebas médicas para hallar anomalías físicas en la posición del cuerpo al realizar diversas actividades y en entrenamiento físico para mantener una posición estable y evitar dañarse a uno mismo.

## 6.2 Análisis de Alternativas En Herramientas Disponibles Para el Desarrollo

### TensorFlow

TensorFlow es una herramienta open source para el aprendizaje automático provista de soporte por Microsoft, la comunidad la ha empleado extensamente en proyectos y estudios de Body Tracking con el uso de PoseNet, derivado de TensorFlow, cuenta con soporte y una documentación clara, siendo además sus requisitos recomendados para su uso relativamente bajos.

### wrnch

Una herramienta de calidad para el desarrollo de aplicaciones con Body Tracking, posee un gran potencial para el desarrollo del proyecto, contando con el esqueleto que se forma al seguir los movimientos de la persona, además cuenta con una opción Multi-Cam, capaz de seguir el movimiento de los dedos al mismo tiempo que el cuerpo completo casi en tiempo real. Como debilidad, la dependencia del Hardware y sus elevados requisitos para emplear al máximo esta herramienta con el equipamiento disponible, limitó sus posibilidades y uso en el proyecto.

Tensorflow

Tensorflow

Posenet parece ser la herramienta por defecto puesto que tiene mucho soporte por Google y la comunidad hizo muchos trabajos de body tracking con PoseNet de TensorFlow así que documentación hay de sobra, los inconvenientes serían que es bastante pesado para la computadora y la instalación no es nada sencilla.

wrnch <https://wrnch.ai/> Son uno de los más avanzados en este ámbito, hay varias demos en las que se puede ver un gran potencial, tienen el típico esqueleto que sigue tus movimientos con una cámara pero también tienen un proyecto con Multi-Cam que es capaz de seguir el movimiento de los dedos al mismo tiempo que el cuerpo completo casi en tiempo real, claro que esto último depende mucho del hardware, aun así es una gran posible herramienta para lograr nuestro objetivo.

Openpose <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose> Similar a Posenet es gratis y tiene bastantes implementaciones, sigue en constante actualizacion, tiene APIs para python y C++ aunque es un poco complicado instalarlas, un plugin para Unity algo desactualizado, no solo reconoce la postura sino que cuenta con opciones para reconocer el rostro y manos.

DeepMotion <https://deepmotion.com/3d-body-tracking> Lo especial de este producto es que no necesita muchos requerimientos de hardware y parece ser bastante preciso, lamentablemente no es muy facil emplear esta tecnologia puesto que no es gratis, se intento comunicar con ellos pero lamentablemente la compañía sigue sin responder nuestra solicitud.

Unity kinect Es una opcion con la que resulta más sencilla dearrollar la aplicacion porque no es necesario hacer un escaneo muy complicado del cuerpo por las herramientas que ya posee kinect, pero no es muy comun tener un kinect hoy en dia porque la misma Xbox (desarrolladora del kinect) dejo de darle apoyo al punto que sus ultimas consolas de videojuegos ya no incluyen el adaptador para este dispositivo olvidado.

Azure kinect <https://azure.microsoft.com/en-us/services/kinect-dk/> Es un muy sofisticado dispositivo con multiples sensores que detectan los bojetos con mayor presicion que un kinect normal, seria una alternativa excelente si no fuera por el precio del Azure Kinect DK que son unos 400dolares, y aunque consigamos uno para el desarrollo de la aplicación el cliente tendria que invertir mucho para jugar un solo juego.

Trajes con sensores de movimiento Que mejor para detectar los movimientos que muchos sensores pegados a tu cuerpo, estos trajes con sensores son muy utilizados en el desarrollo de videojuegos pero en la etapa de desarrollo y no es muy comun ponerse a jugar con ellos, hay muchas alternativas en este campo como Xsens, Holosuit, Teslasuit, etc. Son más precisos que un programa que usa una camara o incluso un kinect, el incoveniente otra vez es el precio y que en muchos casos el traje tendria que ser hecho a medida ya que es poco probable que todos los clientes tengan las mismas tallas.

Crear software propio para la captura de momvimiento Si lo hicieramos por cuenta propia entenderiamos como funciona a la perfeccion, lo que puede facilitar el manejo de posible herramienta aunque tomaria mas tiempo, no estaria tan refinado como las otras alternativas ya que tienen la experiencia que nos falta y no estariamos implementando lo aprendido en Ingenieria de Software.

### 6.2.1 borrar esta parte

Determinación de las especificaciones a cumplir Identificación de alternativas comerciales de sistemas, equipos o piezas Definición de criterios de evaluación Selección de las alternativas óptimas 5 hojas

Alternativas que podemos usar o se refiere a alternativas que existen aparte de nuestra idea

Buenos días Inge, estaba empezando a redactar el estudio de alternativas y tenía una duda respecto a la interpretación del estudio, si es en realidad: Alternativas que existen en el mercado y por que deberían escoger nuestra solución y que son diferentes de los demás o las herramientas que podríamos haber utilizado y por que escogimos las que utilizamos.

osea debes hacer un estudio de que herramientas existen en el mercado y cuales son las mejores para tu implementación



# Metodología

**7.0.1 Gráfica Burn-Up**

**7.0.2 Gráfica Burn-Down**

Se refiere a usar Metodologia Scrum o redactar de como organizamos la metodologia, preguntar

# Diseño del Proyecto

Elaboración de planos y especificaciones constructivas para artefacto/sistema comercial

Elaboración de manual descriptivo Elaboración de guía del usuario

10-30 pag

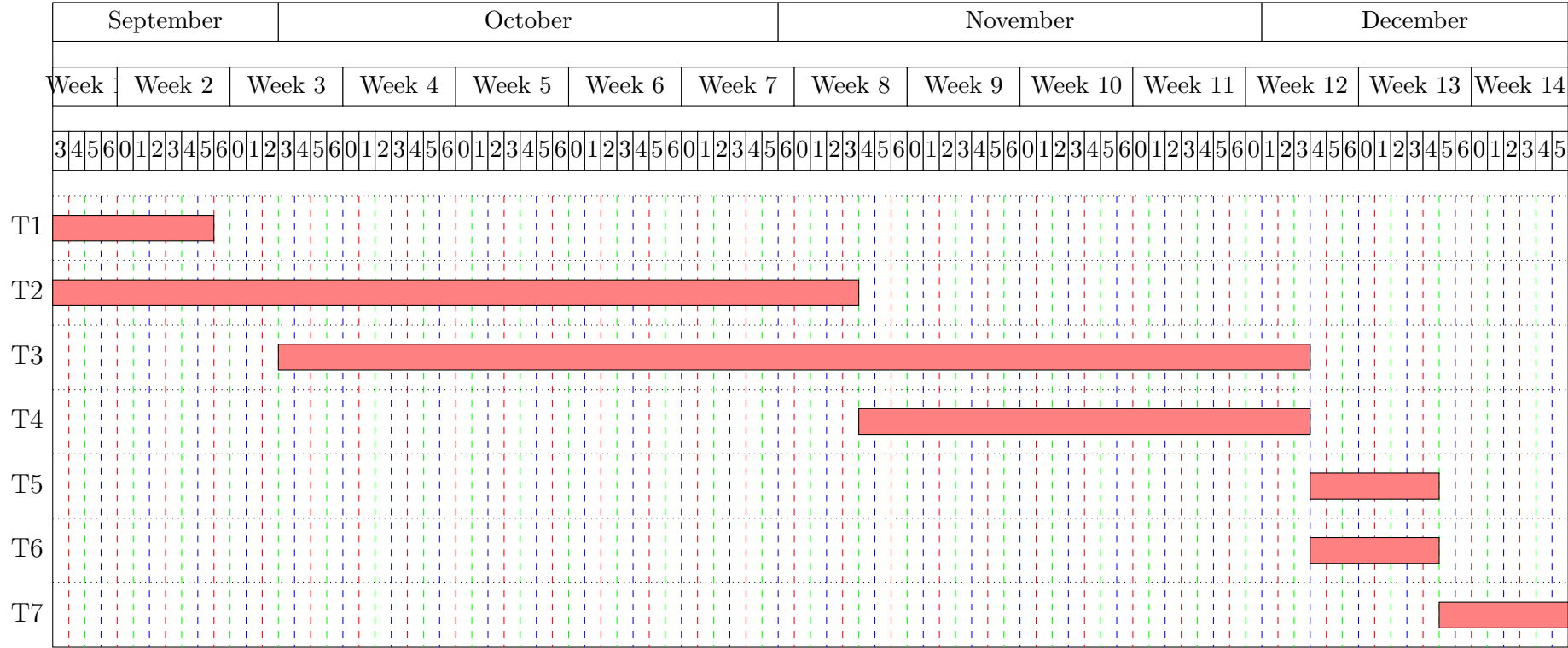
# Plan de Actividades

El plan original de Desarrollo iniciaba oficialmente el día 17 de Septiembre, con la definición del perfil del proyecto por parte del grupo.

El desarrollo fue interrumpido debido a la concentración del equipo en otras actividades, que exigió el 100% del tiempo libre y de estudio y progreso en el proyecto, siendo más específicos la materia de Aplicación con Redes, estimando entre 4 a 8 horas diarias (incluyendo fines de semana) de exigencia entre estudio y practicas para mantener el ritmo solo a esa materia. Debido a ello, desde la fecha 18 de septiembre del 2020, a la fecha 4 de noviembre del 2020, el progreso fue mínimo, reduciéndose a la búsqueda de API's y herramientas, así como la redacción base del proyecto y la oficialización interna del producto deseado.

La metodología SCRUM fue inicializada oficialmente y de manera constante el día 10 de Noviembre del 2020, planteando un rango de horas de trabajo de 2 a 5 horas diarias (incluyendo fines de semana), con la finalización del Sprint los sábados por la mañana, a menos que sea una entrega de avance, la cual requerirá de una finalización del Sprint hasta donde se encuentra el proyecto en ese momento.

9.0.1 Cronograma



Cada TX representa un título

- T1 *Redacción del Perfil.*
- T2 *Investigación.*
- T3 *Redacción del documento.*
- T4 *Implementación de la aplicación.*
- T5 *Revisión final del documento.*
- T6 *Revisión final de la aplicación.*
- T7 *Redacción de la presentación.*

# Evaluación Financiera Comparada

La evaluación financiera comparada contiene, normalmente: Inversiones Requeridas  
Gastos de Funcionamiento Relación Beneficio/Costo comparada con la de un artefacto/sistema equivalente, disponible en el mercado Análisis de Sensibilidad

Comparación de la relación Beneficio/Costo del artefacto/sistema propuesto con respecto a una alternativa comercial y análisis de sensibilidad

Like tiktok, si alguien lo copia o imita tendrá éxito :) es open source 0 beneficio propio, ponemos patreon?

3-5 pag

# Conclusiones

Presentación de las principales conclusiones de la propuesta (y su implementación parcial o total) Relación de los objetivos propuestos y los objetivos alcanzados 1-3 pags

# Bibliography

- [1] X. Chang, Z. Ma, M. Lin, Y. Yang, and A. G. Hauptmann. Feature interaction augmented sparse learning for fast kinect motion detection. *IEEE Transactions on Image Processing*, 26(8):3911–3920, 2017.
- [2] N. George H. Peter A. Barbara L. Fuzhong Chen P., L. Mao. Coronavirus disease (covid-19): The need to maintain regular physical activity while taking precautions. *Journal of sport and health science*, 9(2):103–104, February 2020.
- [3] Andy J Daly-Smith, Stephen Zwolinsky, Jim McKenna, Phillip D Tomporowski, Margaret Anne Defeyter, and Andrew Manley. Systematic review of acute physically active learning and classroom movement breaks on children’s physical activity, cognition, academic performance and classroom behaviour: understanding critical design features. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), 2018.
- [4] Daniel Grest, Jan Woetzel, and Reinhard Koch. Nonlinear body pose estimation from depth images. In *Joint Pattern Recognition Symposium*, pages 285–292. Springer, 2005.
- [5] Nathan B Herz, Shyamal H Mehta, Kapil D Sethi, Paula Jackson, Patricia Hall, and John C Morgan. Nintendo wii rehabilitation (“wii-hab”) provides benefits in parkinson’s disease. *Parkinsonism & related disorders*, 19(11):1039–1042, 2013.
- [6] Belinda Lange, A Rizzo, Chien-Yen Chang, Evan A Suma, and Mark Bolas. Markerless full body tracking: Depth-sensing technology within virtual environments. In *Interservice/industry training, simulation, and education conference (I/ITSEC)*, 2011.
- [7] Belinda Lange, Evan A Suma, Brad Newman, Thai Phan, Chien-Yen Chang, Albert Rizzo, and Mark Bolas. Leveraging unencumbered full body control of animated virtual characters for game-based rehabilitation. In *International Conference on Virtual and Mixed Reality*, pages 243–252. Springer, 2011.
- [8] Bruce Pirie. Meaning through motion: Kinesthetic english. *The English Journal*, 84(8):46–51, 1995.
- [9] Gaetano Raiola, Pio Alfredo Di Tore, et al. Motor learning in sports science: Different theoretical frameworks for different teaching methods. *Sport Science*, 10(S1):50–56, 2017.



- [10] Debbie Rand, Rachel Kizony, and Patrice Tamar L Weiss. The sony playstation ii eyetoy: low-cost virtual reality for use in rehabilitation. *Journal of neurologic physical therapy*, 32(4):155–163, 2008.
- [11] Matheen Siddiqui and Gérard Medioni. Human pose estimation from a single view point, real-time range sensor. In *2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition-Workshops*, pages 1–8. IEEE, 2010.

# Recomendaciones

Indicación de recomendaciones con relación a las futuras etapas de la implementación de la propuesta o de la consideración de nuevas propuestas

1-2 pags

# Anexos

para la bibliografía

Relación numerada o alfabética (Nombre, Año) de las referencias bibliográficas de todos los aportes tomados de terceros y citados en el texto del proyecto 2 o mas paginas

Presentación estructurada de la información imprescindible de respaldo, que se retira del texto principal sólo para facilitar la lectura ágil del documento.

variable