

SINGULARITY

Propuesta para el desarrollo de una aplicación web y VR con herramienta de aprendizaje automático, que permita visualizar la obra de danza Singularity en tiempo real a partir del tracking del cuerpo del bailarín.

Descripción del proyecto

Desarrollar una plataforma web de realidad virtual que permita la visualización de la obra Singularity, con el objetivo de automatizar el tracking del cuerpo del bailarín usando Machine Learning, creando un modelo computacional que detecte el cuerpo y movimientos del bailarín desde cualquier computador haciendo uso de la cámara web para visualizar los movimientos que realiza, reflejandolos en un avatar 3D dentro de una plataforma web, permitiendo la visualización de la obra en tiempo real.

La plataforma será Open Source y utilizará una tecnología de fácil acceso y económica para la captura del movimiento del cuerpo, para que cualquier bailarín o artista escénico con acceso a internet pueda crear su obra y así mismo cualquier persona pueda ver la obra de danza o teatral en vivo. Por tanto, se propone desarrollar una plataforma web y para computador, para lo cual se crea un software personalizado que permitirá traducir a datos, el movimiento de los bailarines/actores, para llevarlo a un escenario virtual que se exhibirá públicamente, donde el público podrá ver en tiempo real a los bailarines interpretando la obra, mediante la visualización de sus avatares, modelados en 3D y desarrollados acorde a las características físicas de los bailarines reales.

Debido a la situación actual de la Pandemia, los teatros y espacios escénicos han sido cerrados, por tanto los artistas no han podido exponer, presentar y practicar sus obras, por lo cual se plantea un medio virtual que permita la práctica y continuación de este ejercicio desde casa, utilizando las nuevas tecnologías para la representación de las obras y su visualización, más allá de un streaming, en donde no se puede generar un ambiente escénico acorde a los ideales de los artistas, pero que sí se puede suplir en un mundo virtual.

OBJETIVOS



Creación de una herramienta que permita la presentación en tiempo real de obras escénicas por medio de la virtualidad.



Crear un sistema de tracking del cuerpo del bailarín o artista escénico, mediante tecnología asequible como un computador con internet y una cámara web.



Crear una plataforma web que permita crear escenarios y dar una visión literal de la narrativa de las obras escénicas.



Crear un mundo en realidad virtual donde los usuarios hagan parte de la obra, recorriéndola y viéndola desde diferentes puntos de vista.

Descripción de la obra

Al abordar el concepto de relatividad del espacio-tiempo, se construye un universo que se aleja poco a poco de nuestra percepción general de la realidad. Este concepto ha sido abordado con anterioridad por artistas como Escher en el dibujo y Kubrik y Nolan en el cine, quienes serán los referentes visuales para el arte y la estética de este universo.

A través del movimiento del bailarín, la realidad virtual, machine learning, las nuevas tecnologías para traducción de movimiento y herramientas avanzadas de programación, se presenta un universo diferente con propuestas como una gravedad distinta, cuerpos que se transforman con el dinamismo del espacio y guiños a otras interpretaciones de la relatividad desde otras artes, llevando los efectos relativistas de la física de altas energías a un espacio cotidiano. De esta manera se dialoga con una extrañeza del espacio y el tiempo, partiendo desde la cotidianidad hasta llegar a un universo desconocido pero extraordinario enmarcado en la Relatividad General de Einstein y afectado por una singularidad provocada por agujero negro cercano. A este universo relativo donde nada es como se espera, y en el que los bailarines se encuentran inmersos le llamamos Singularity.

Se escogió la realidad virtual por ser un mecanismo de inmersión, donde el público puede ser sumergido también en un universo que permite visualizar las imágenes mentales de la Relatividad, desde sus múltiples interpretaciones; que al ser asociadas a la Danza, permiten crear una dramaturgia del espacio-tiempo en la cual se hace palpable la curvatura del espacio-tiempo, el drama que genera en él un agujero negro, y cómo estas circunstancias afectarían al ser humano en este evento hipotético. Singularity, es entonces, una obra donde nunca sucede lo esperado, donde las leyes físicas del mundo macroscópico dejan de ser válidas, se enmarca en la Relatividad General y presenta a su vez una ruptura de la realidad que afecta los cuerpos, generando sobre ellos distintas dinámicas y quebrando los paradigmas de la física sobre el origen y muerte de la masa y por ende de la existencia.

Descripción de la escena

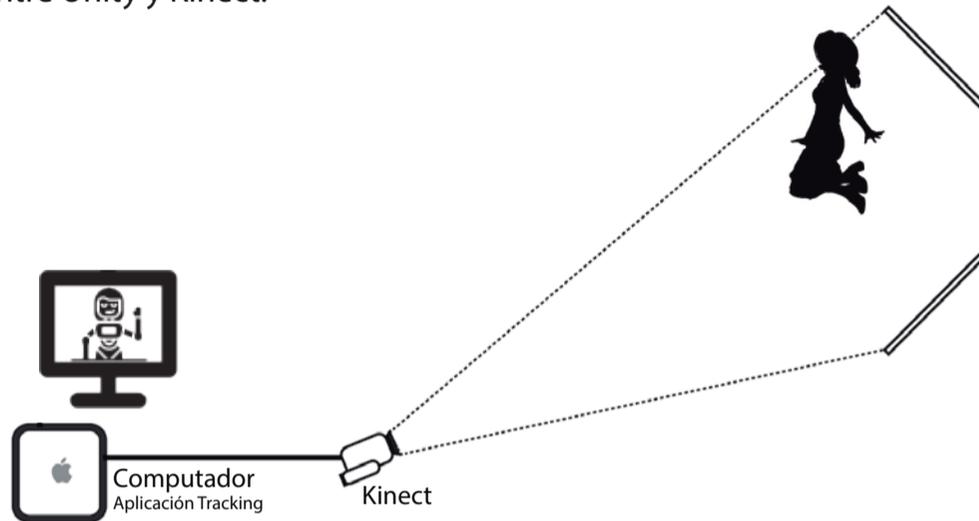
COLAPSO

La singularidad en el espacio-tiempo se hace cada vez más inestable, empezando a formarse un agujero negro, y las ondas gravitacionales generan variaciones abruptas de la gravedad a manera de grietas que afectan los cuerpos dentro del espacio, en un momento se profundiza tanto la singularidad, que los cuerpos caen uno por uno hacia ella generando un colapso gravitacional en el espacio.

Los cuerpos se comportan como uno solo, una masa que se encuentra transitando a ser energía, pronto será absorbida por el espacio-tiempo. Dos cuerpos se juntan, como única opción para permanecer siendo masa, de alguna forma es su única posibilidad de sobrevivir (Duetto del no contacto, usando fuerzas atractivas y repulsivas para generar la dinámica), al final uno de ellos transita hasta que sus partículas se convierten en ondas y asume su forma como radiación lumínica. El otro es inevitablemente absorbido por el espacio tiempo junto con toda el espacio.

Sistema de Tracking con Kinect

Inicialmente se realizó un sistema para detectar el cuerpo del bailarín o al artista escénico, desarrollado en Unity donde por medio del dispositivo Kinect, se reconoce el cuerpo humano y lee la información de los movimientos del cuerpo asociándolos a un modelo 3d - avatar, el cual se mueve en tiempo real de acuerdo a los gestos del bailarín. Esto se realiza para computadores Windows, ya que permite la fácil adaptación del Kinect Microsoft por medio del SDK Kinect para transmitir la información y realizar la conexión entre Unity y Kinect.



Mediante el uso de este dispositivo se puede generar el tracking del cuerpo de una a cinco personas simultáneamente, esto se realiza mediante el uso de la librería SDK y el desarrollo de un software realizado en lenguaje C#, con lo cual se genera un esqueleto por cada usuario capturado por la cámara y de esta forma se puede ver cada punto de articulación y componente del cuerpo trackeado.

A partir del esqueleto generado se obtienen la posición X,Y,Z del centro del cuerpo ubicado en el ombligo, y los pies, de esta forma se obtienen y guardan los datos para un análisis posterior de estos. Así mismo se generan conos o huesos, una asociada desde el centro de masa hasta el pie derecho y otra que va desde el mismo centro de masa hasta el pie izquierdo, pasando por las articulaciones, con lo cual se puede observar la elongación de las extremidades inferiores con respecto al centro del cuerpo y así mismo determina el punto de equilibrio del cuerpo durante el movimiento de éste. Se construye una interface en donde el esqueleto del usuario se contrapone con la figura del cuerpo de avatar, y se asocian las articulaciones del esqueleto con las del cuerpo del avatar mediante un sistema de coordenadas, para así entrar a generar un registro tecnológico en tiempo real dado por la computación visual.

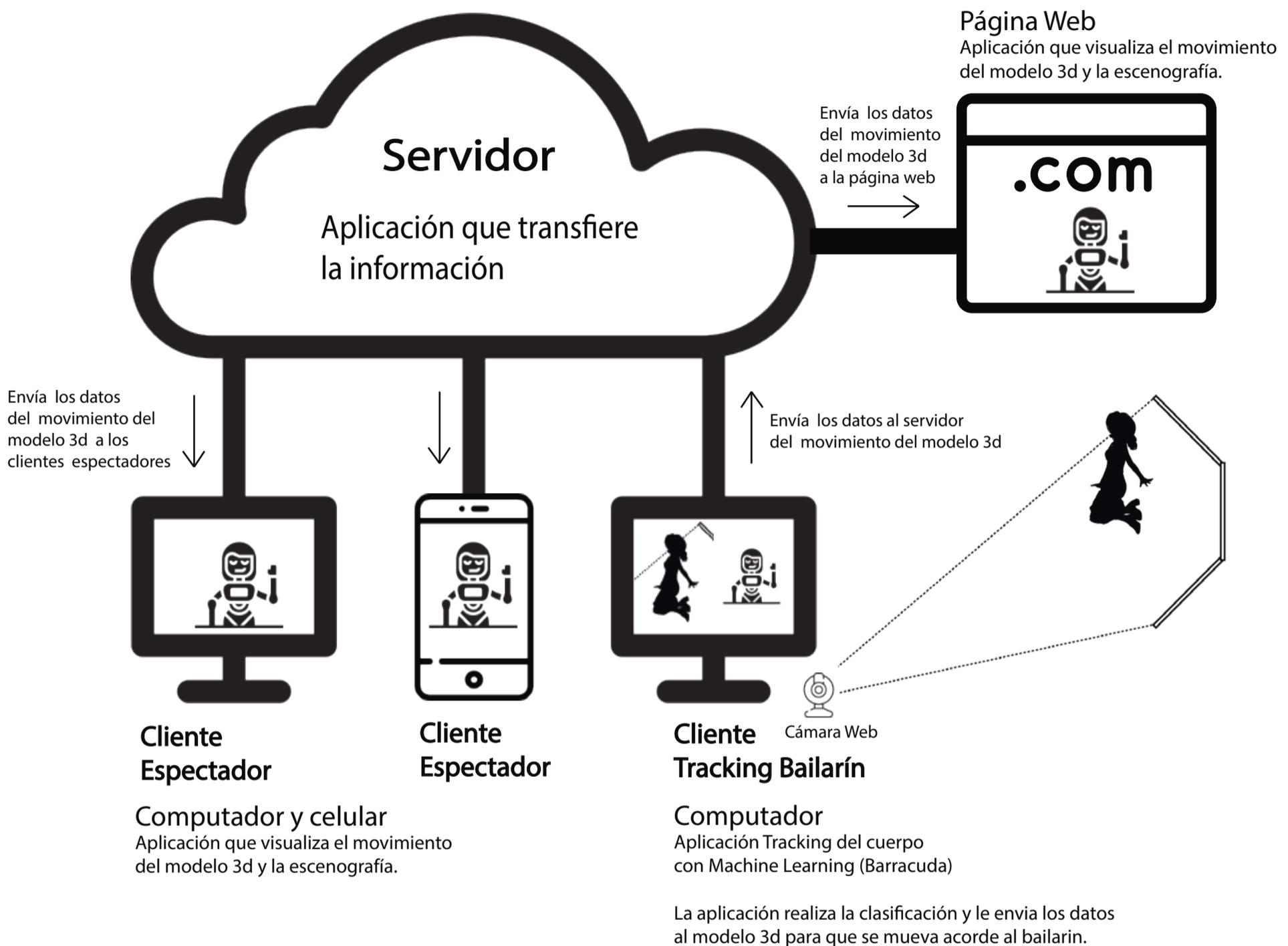


<https://www.youtube.com/watch?v=ZbW485wlvWE&feature=youtu.be>



<https://www.youtube.com/watch?v=nCfA-bnOsCE&feature=youtu.be>

Arquitectura del sistema



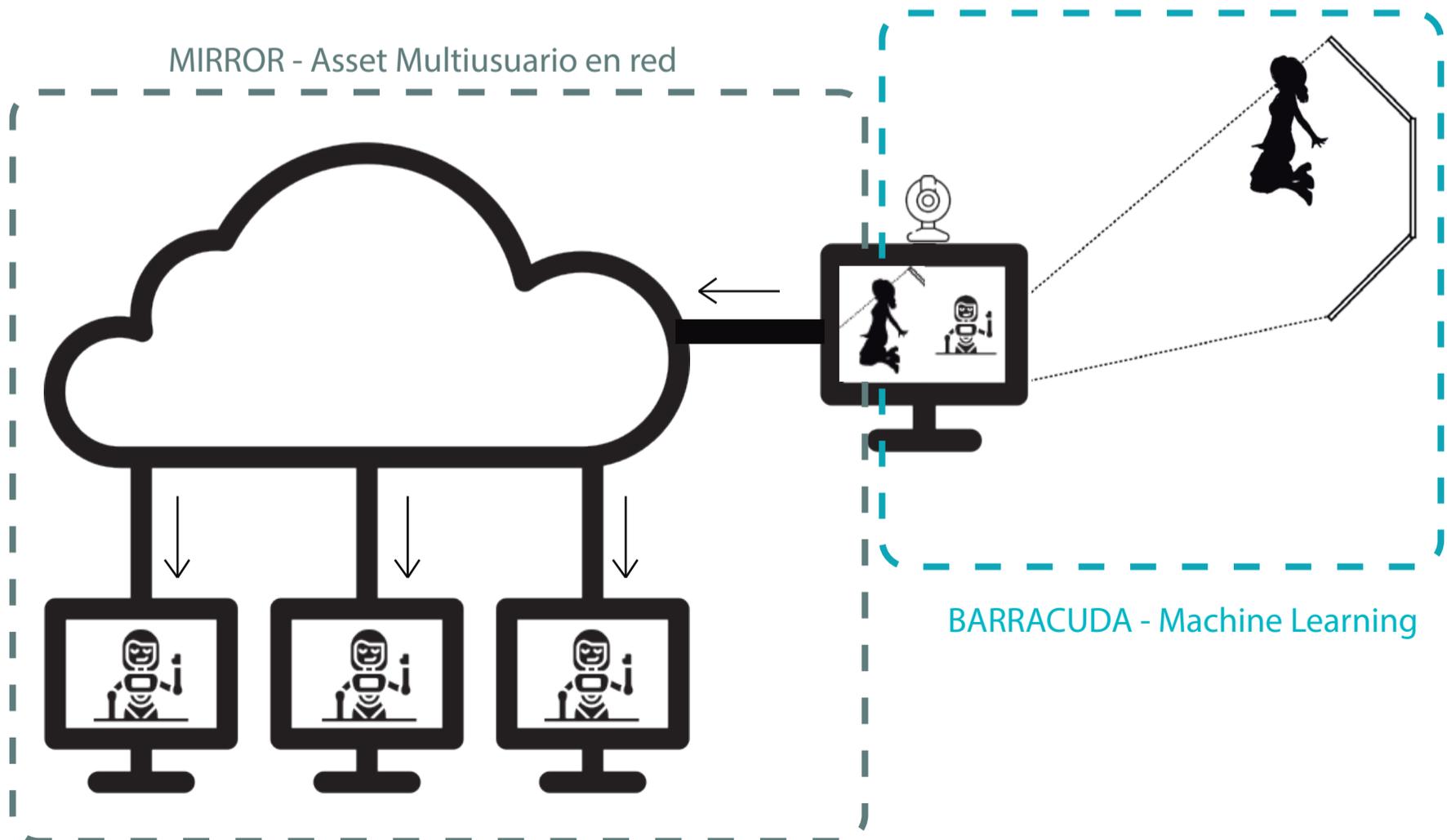
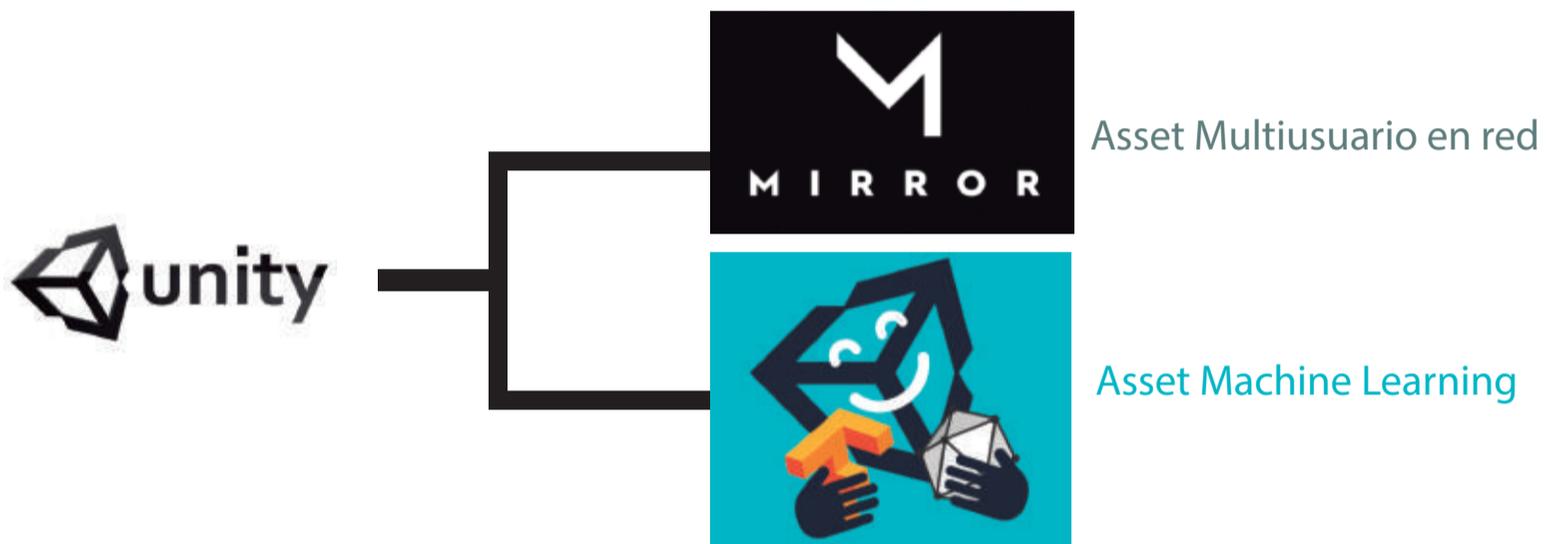
A partir de la arquitectura Cliente - Servidor, se desarrollan 2 aplicaciones clientes, donde una se encarga de realizar la detección, reconocimiento y clasificación del cuerpo del bailarín (Cliente Tracking) utilizando Machine Learning, a través de un modelo discriminativo, en donde se realiza una predicción del movimiento del cuerpo, generando datos de posición en el eje X, Y, Z de cada una de las articulaciones del cuerpo, enviando esta información al servidor, el cual posee una aplicación Servidor que recibe los datos y los envía a todas las aplicaciones clientes que visualizan la obra (Cliente Espectador), donde ésta muestra la obra en un mundo virtual con un Avatar 3d del bailarín, el cual refleja los mismos movimientos que realiza el bailarín real en tiempo real.

La aplicación Cliente Espectador se generará para computador, de forma que cualquier persona pueda descargar la aplicación y ver la obra desde el computador windows, así mismo, se generará una aplicación web para para visualizar la obra ingresando a una página web.

Framework de desarrollo

Esta herramienta se realiza bajo el motor de desarrollo de videojuegos Unity Engine, el cual permite una versatilidad en la exportación del proyecto a ejecutables, que pueden correr bajo plataforma web y computador. La aplicación podrá ser usado en plataformas web bajo navegadores como Google Chrome y Firefox y bajo plataforma de PC con sistema operativo Windows 7 en adelante, de esta forma cualquier persona puede acceder a la aplicación en la web o descargar la aplicación para computador.

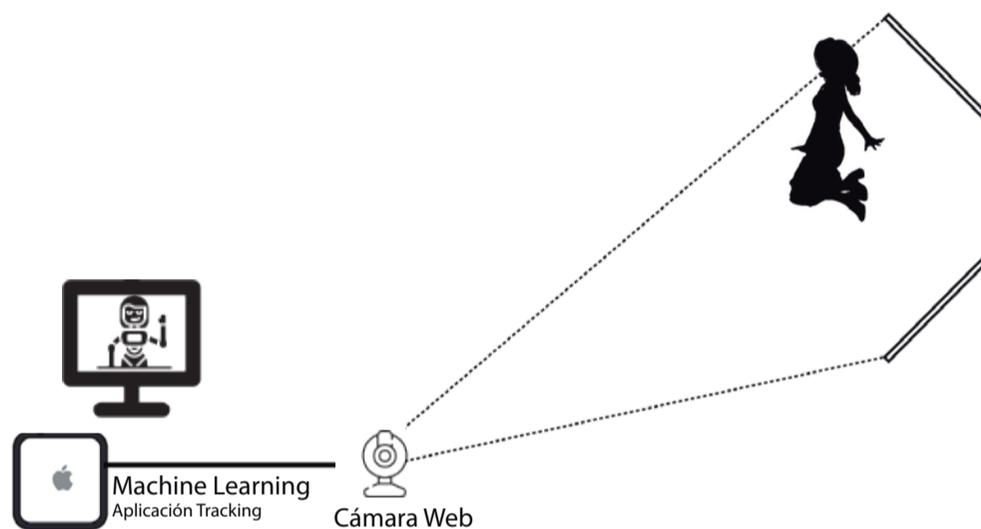
Se utiliza el Asstet de Barracuda como libreria de Machine Learning para la detección del cuerpo, así mismo, se utiliza el Asset de Mirror para generar una aplicación multiusuario, con arquitectura en red Cliente - Sdervidor, de forma en que todas las aplicaciones clientes ven reflejados en un avatar 3d en tiempo real, los movimientos realizados por el artista escenico.



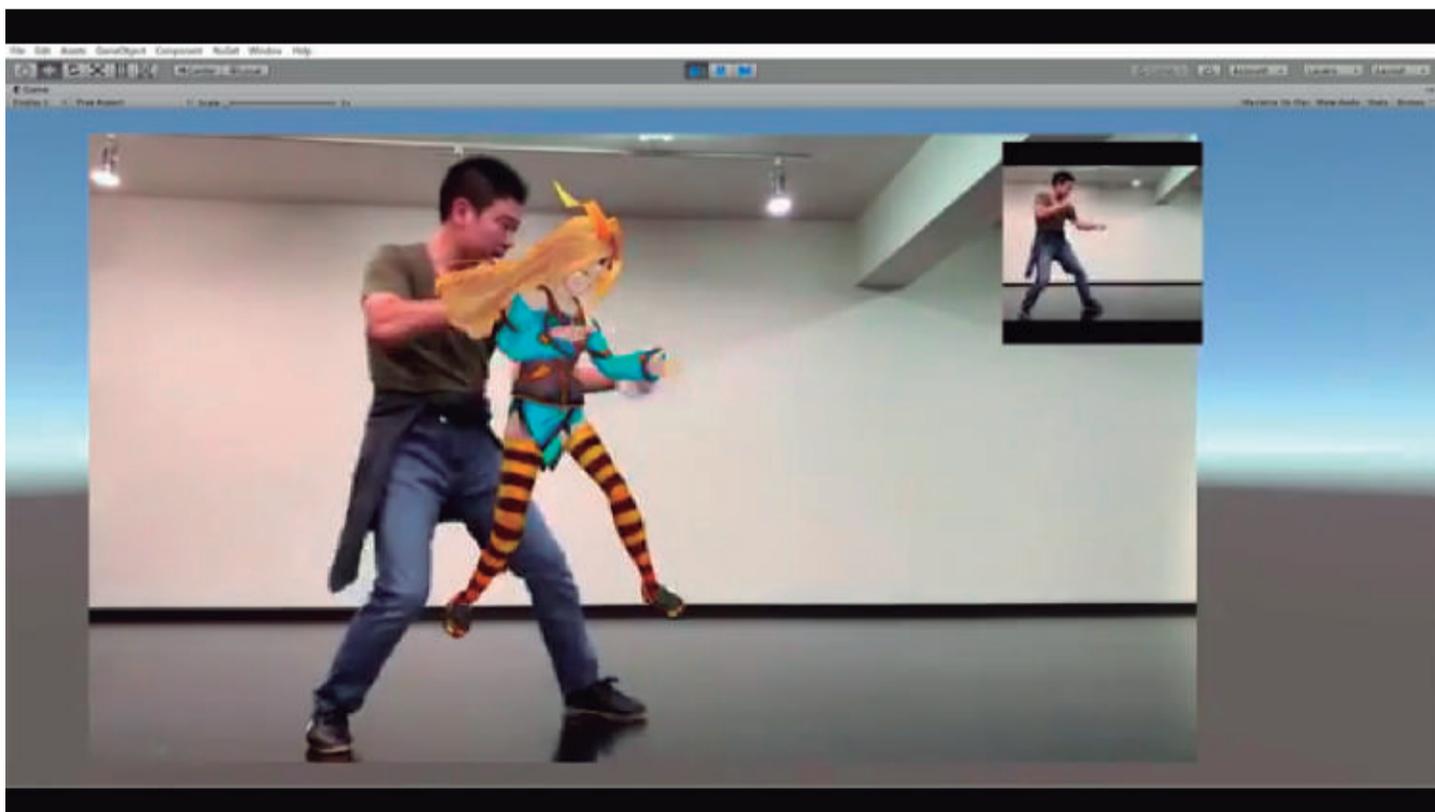
Sistema de Tracking con Machine Learning

El sistema de captura del cuerpo del bailarín, para hacerlo asequible a cualquier persona, de forma que no tengan que utilizar un dispositivo Kinect (\$350 USD) para el Tracking del cuerpo, se determina usar como dispositivo una cámara web (\$20 USD). Para ello se propone usar un modelo discriminativo de Machine Learning en donde se entrena al sistema para que reconozca el cuerpo y los movimientos de bailarín. La herramienta desarrollada será una plataforma open source, donde cualquier persona la podrá descargar, modificar y utilizar con el propósito de hacer obras escencias o de danza de forma virtual.

A nivel de software se implementará el machine learning en Unity por medio de la librería Barracuada, utilizando los modelos de TensorFlow y ONNX, con lo cual se tendrá el modelo de aprendizaje para que el sistema reconozca el cuerpo y envíe los datos del movimiento como lo realizaba el Kinect, de esa forma el modelo 3D - avatar, realizará los mismo movimientos que el bailarín en tiempo real haciendo uso de una cámara web.

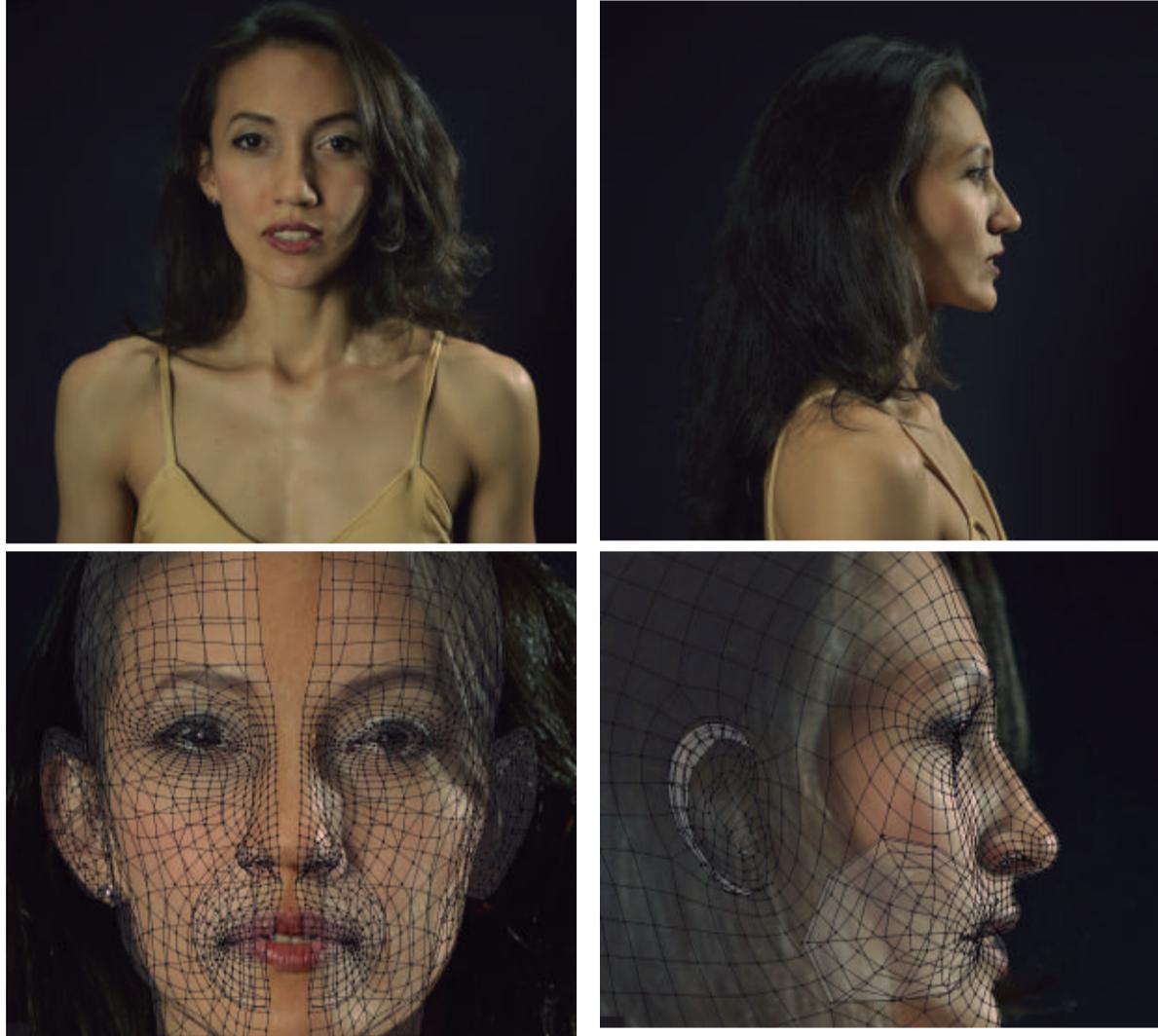


Como base del sistema de Tracking Machine Learning, se utilizo el código Open Source "ThreeDPoseUnityBarracuda", desarrollado por Hinori (<https://github.com/digital-standard/ThreeDPoseUnityBarracuda>), en donde se realiza la detección del cuerpo usando un modelo entrenado (https://digital-standard.com/threedpose/models/Resnet34_3inputs_448x448_20200609.onnx) en ONNX, con lo cual, a partir de videos o del uso de la cámara web se obtiene los datos predictivos de las articulaciones del cuerpo, las cuales son transformadas en vectores 3D, permitiendo su vinculación a modelos 3D.

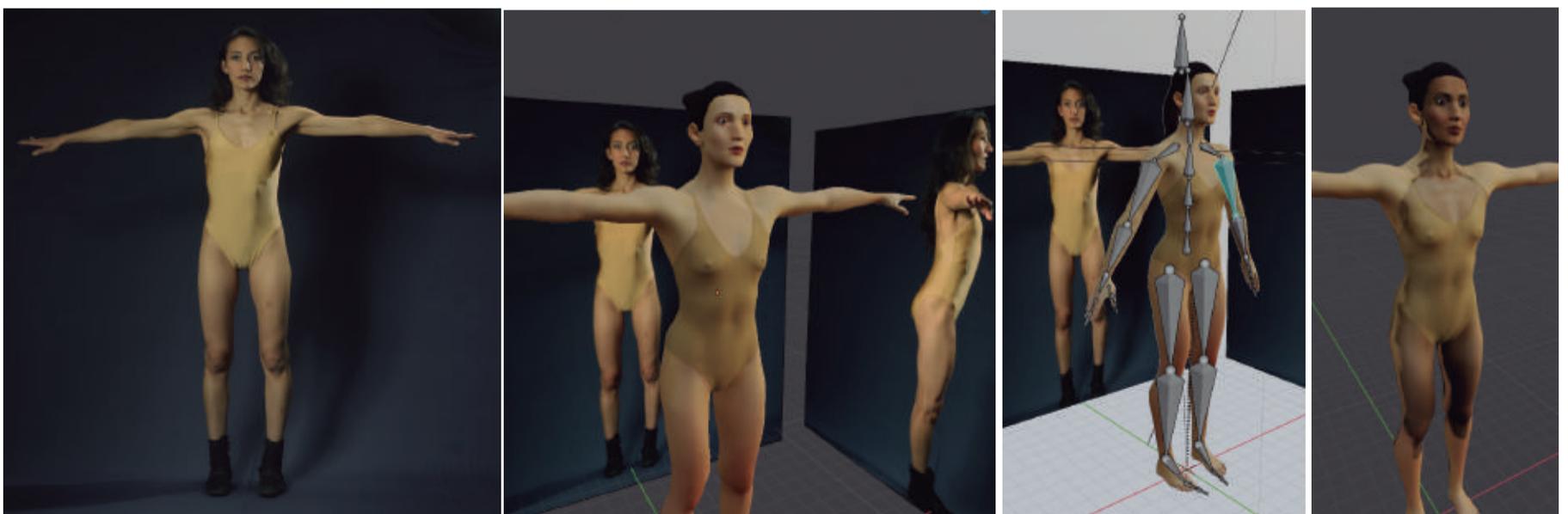


Modelado 3D

El modelado 3D del bailarín se realiza en Blender, programa Open Source para el desarrollo y modelado 3D de personajes, en donde a partir de fotografías tomadas al bailarín desde diferentes ángulos, se genera el Avatar con las mismas características antropométricas que el bailarín.

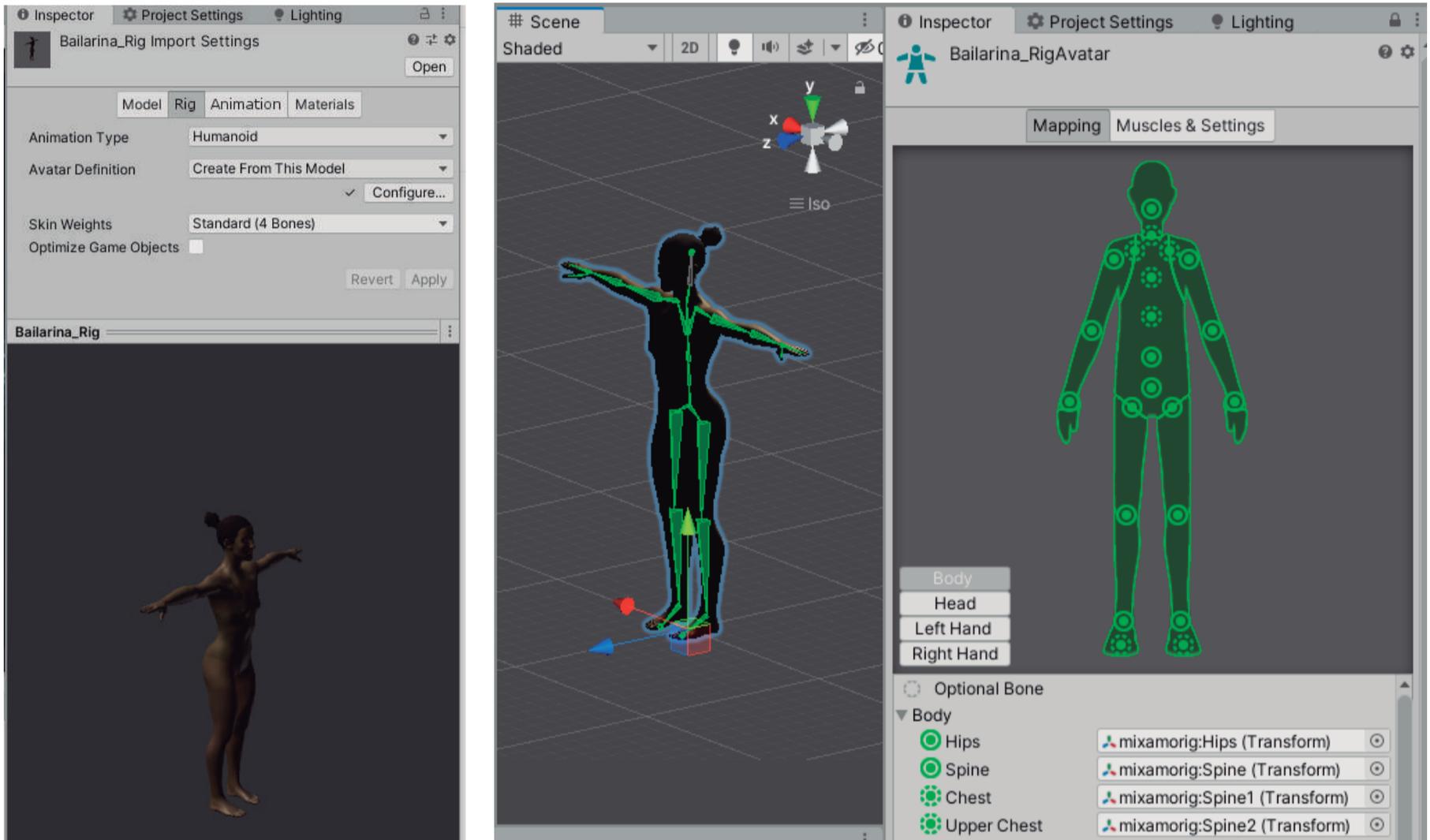


El modelado 3D debe estar compuesto por todas las articulaciones del cuerpo humano, en donde se generan mallas por cada una de las partes del cuerpo, posteriormente, se realiza el proceso de rigging generando huesos internos al modelo 3d y manejando los pesos de la malla, con lo cual permitirá el movimiento del Avatar.



Integración del modelo 3D en el sistema de Tracking Machine Learning

El modelado 3D - Avatar se integra en la aplicación de Unity de Machine Learningy y se modifican sus características de rigging, utilizando la herramienta Rig/Configure de Unity para asociarle los huesos necesarios para su movimiento en Unity.



Una vez modificado el riggin del modelo 3d, se le asocia el script VNectModel.cs, el cual se encarga de recibir los datos de posiciones en vectores 3D, dado por la predicción del modelo de Machine Learning el cual detecta el bailarín desde la camará web, tranformando las posiciones de los huesos de una imagen 2d a una posiciones en 3D.

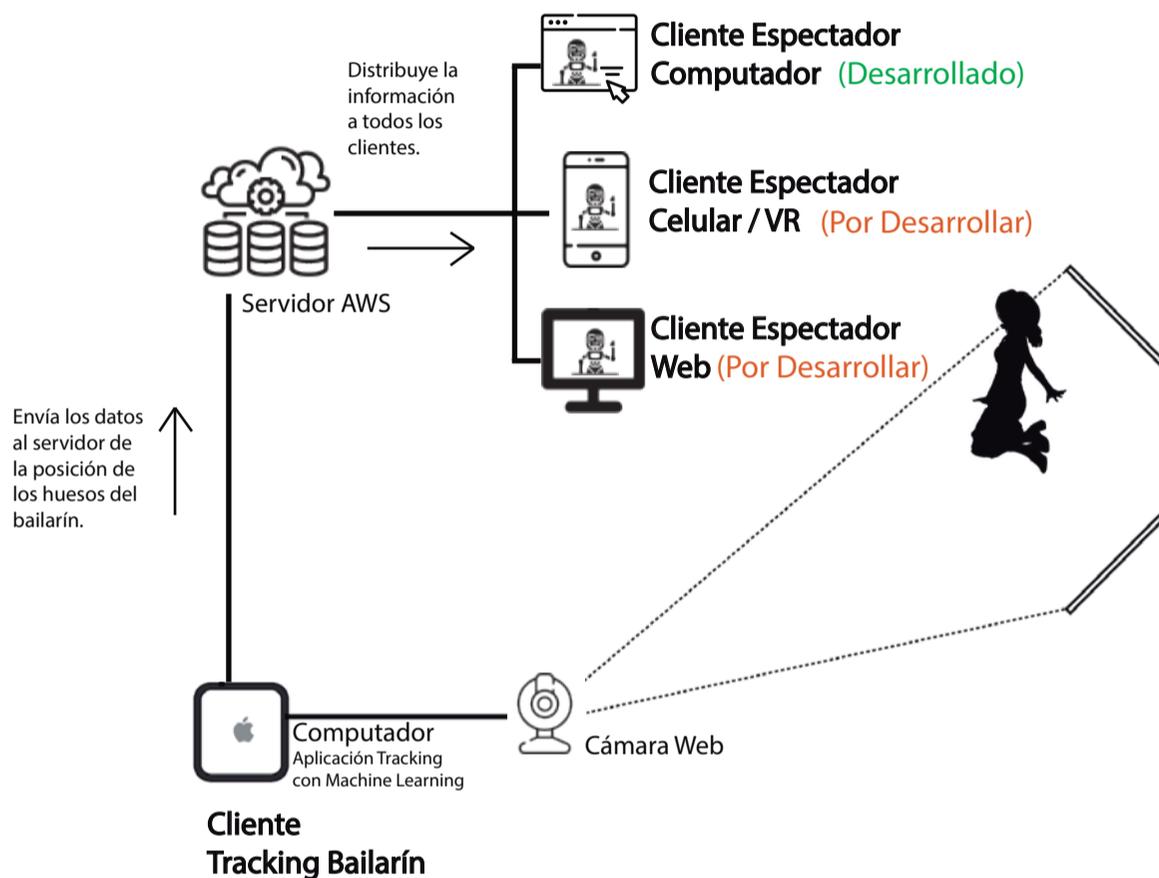
<https://youtu.be/ozMRgb6LluE>



Sistema en red para visualización de la obra en tiempo real

Se utiliza Mirror como Asset de Unity para realizar el sistema en red multiusuario, que permite la conexión cliente - servidor, enviando los datos desde el Cliente Tracking Bailarín hacia un servidor, de forma que éste transmita toda la información a los clientes espectadores, los cuales verán mover un modelo 3d con los mismos movimientos que realiza el bailarín en tiempo real.

El Cliente Tracking Bailarín obtiene la información de la posición de los huesos del cuerpo usando Machine Learning y esos datos son enviados a un Servidor Linux de Amazon (AWS), en donde tiene la aplicación ejecutandose como Servidor, la cual recibe los datos del Cliente Tracking y envía esta información a los Clientes Espectadores.



Implementación de MIRROR a la aplicación de Machine Learning

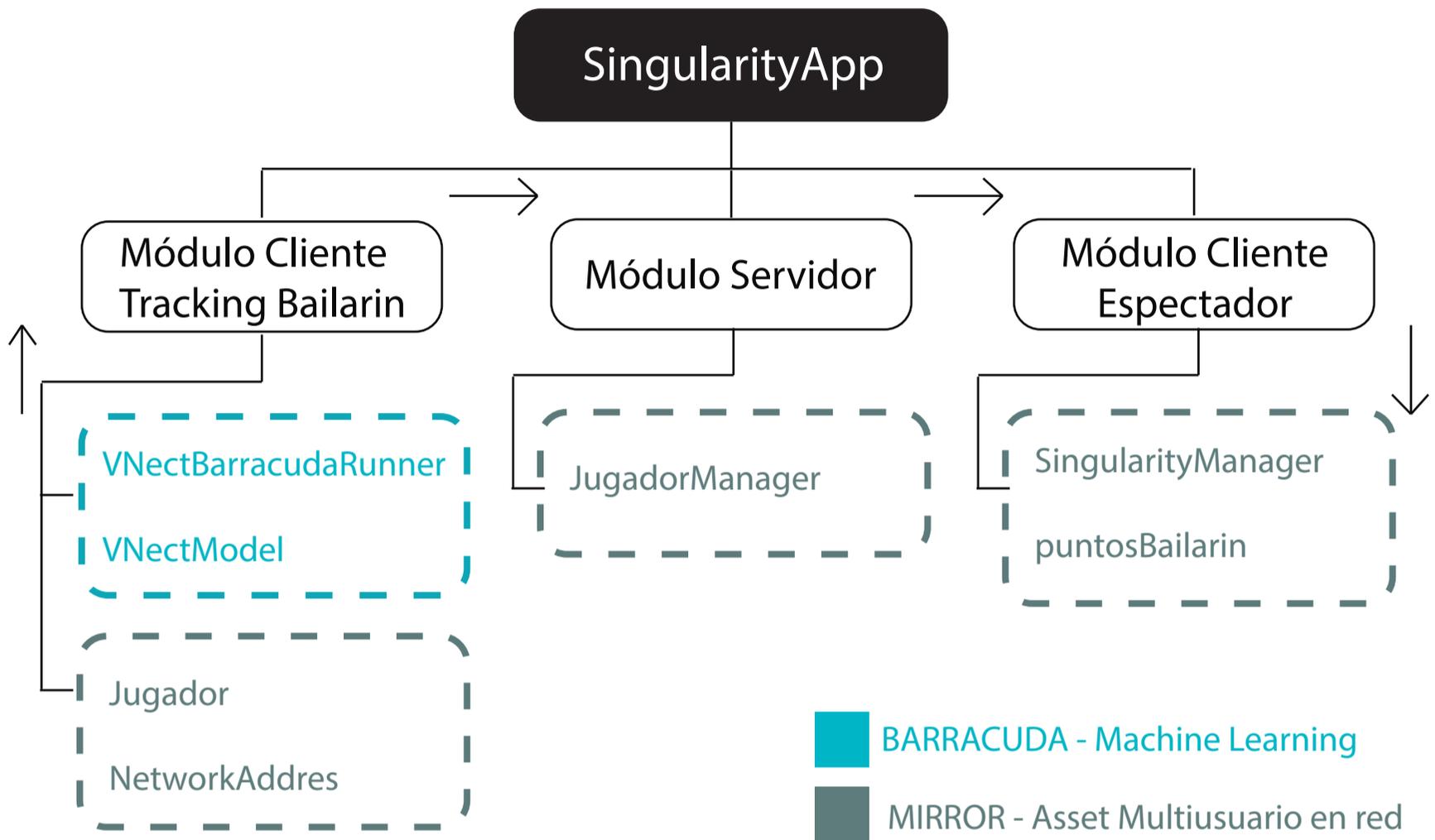
Al sistema de Tracking con Machine Learning se le adiciona las librerías de Mirror para convertir la aplicación en una plataforma multiusuario en red, de esa forma, se genera una arquitectura de software por módulos donde a partir de una sola aplicación permita las funcionalidades de Tracking del cuerpo, envío de información y manejo de la lógica.

A continuación se presenta el proceso del manejo de los datos multiplataforma, en donde la información de los movimientos de una persona son captados y reproducidos por un modelo 3d, el cual envía en red las posiciones de los huesos a otro modelo 3d, el cual captura esta información y replica las posiciones generados por el primer modelo 3d.



<https://youtu.be/ij6iNUcuODg>

Arquitectura de la aplicación

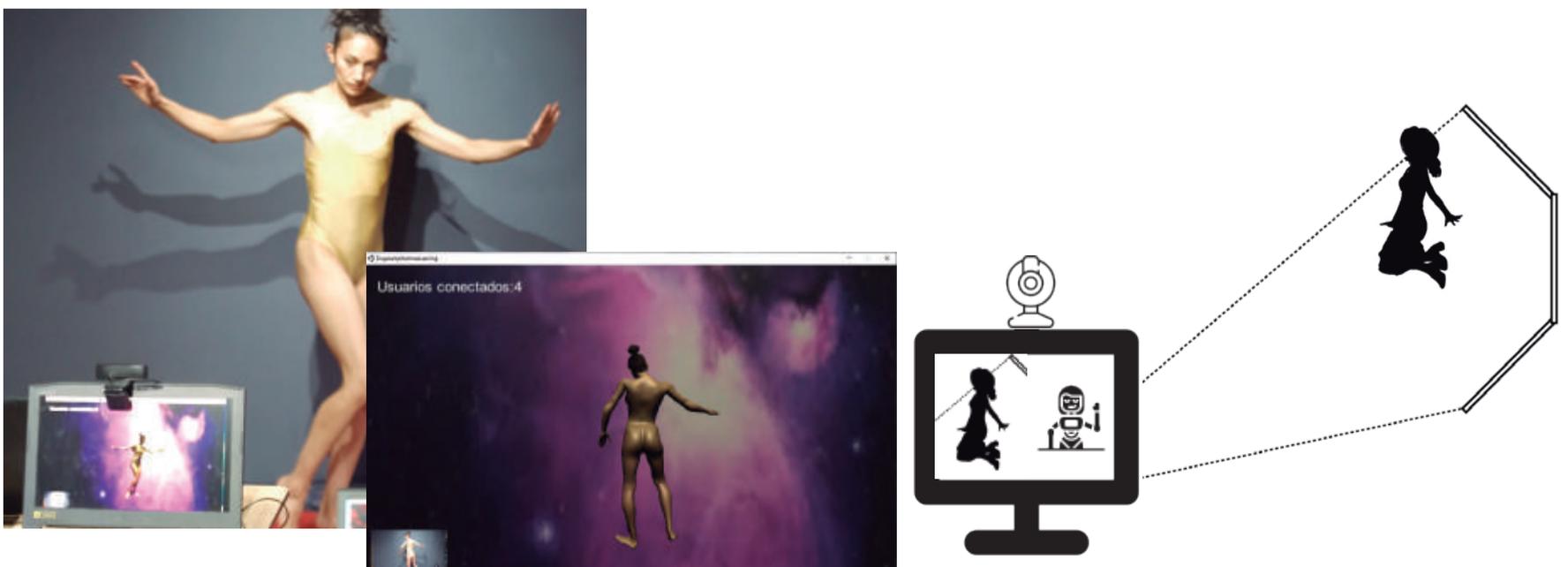


Módulo Cliente Tracking Bailarín

Este módulo se encarga de detectar al artista escénico mediante el uso de Barracuda - Machine Learning, con lo cual se ven reflejados sus movimientos en un Avatar 3d.

Para activar este módulo se determinan unos comandos sobre la aplicación de forma que se activa la vista que permite activar la cámara web, para entrenar el modelo de Machine Learning (VNectBarracudaRunner) para posteriormente mover el modelo 3d (VNectModel) y esta información es enviada al servidor, al igual que la información que determina el bailarín para empezar a transmitir la obra.

El modelo 3d hace parte de un objeto Jugador, el cual representa a todo cliente que se conecta en la red, sin embargo, a partir de comandos específicos sobre el jugador se activa el modelo 3D y éste se visualiza en la pantalla.



Módulo Servidor

Se encarga de manejar y recibir la información del jugador (Cliente Tracking Bailarín) que envía los datos de las pociones del bailarín, al igual que recibe la información de cuando empieza la obra y un timer del tiempo que transcurre la obra. Ésta información la maneja el componente Jugador Manger el cual se encarga de distribuir la información al módulo Cliente Espectador.

Módulo Cliente Espectador

Recibe la información de parte del servidor, la cual es manejada por el componente Singularity Manager, el cual se encarga de todo el manejo de la escena en terminos de los objetos escenográficos que hacen parte de la obra, como sonido, iluminación, fondo (skybox) y cada uno de los props que hacen parte de la escenografía, donde a partir del timer dado por el Cliente Tracking Bailarín, se ejecutan en tiempo real las funciones asociadas a la escenografía y ambiente.

Por otro lado, se tiene un avatar - modelo 3d, el cual refleja visualmente a la bailarín real, así mismo los movimientos que se generan sobre este avatar, son el movimiento correspondiente a la danza realizado por el bailarín en tiempo real.



Aplicación Singularity

Con esta aplicación se genera y reproduce la obra de danza en tiempo real de forma virtual, donde se refleja tanto el movimiento del bailarín como toda una puesta en escena del ambiente que se plasma en la obra, permitiendo crear una ambiente realita con base en el concepto de la obra, la cuál, no se podría reflejar en la presencialidad en un teatro o en cualquier entrono real.



<https://youtu.be/pNRSuUIOgHg>



<https://youtu.be/rhInoJBnAoE>