



Evaluación y validación del reconocimiento de emociones mediante tecnología HoloLens. Caso de estudio: estudiantes universitarios de carreras técnicas vs. estudiantes de carreras administrativas.

Cuichan Paucar, Cristhian Estalin

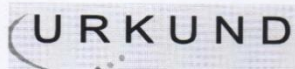
Departamento de Ciencias De La Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas e Informática

Ing. Guerrero Idrovo, Rosa Graciela Msc.

05 de marzo del 2020



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis_Cristhian_Cuichan.pdf (D63544148)
 Submitted: 2/6/2020 8:05:00 PM
 Submitted By: jbolanos@difusion.com.mx
 Significance: 9 %

Sources included in the report:

AndradeYandunTesis-18-07-2019.docx (D54477804)
 Tesis Andrade_Yandun Rev_Urkund.pdf (D54477845)
 Tesis Final Final (1).docx (D57270726)
 TesisGomezAchig.docx (D54453956)
 TrabajoTitulacion_V2.0.doc (D63058757)
<https://es.wikipedia.org/wiki/Emoci%C3%B3n>
<https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-devops/>
<https://blenderartists.org/t/female-character-a-walk-through-in-the-whole-process-finished/550685/4>
<https://www.codigonaranja.com/2018/restful-web-service>
https://www.lasexta.com/noticias/sociedad/las-gafas-de-realidad-virtual-una-herramienta-en-forma-de-juego-para-mejorar-la-comunicacion-y-combatir-el-sindrome-de-asperger_201802185a8992ef0cf2af57a906b381.html
<https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/j-spring-boot-basics-perry/index.html>
<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Microsoft-Azure-Windows-Azure>
<https://www.paradigmadigital.com/techbiz/que-es-devops-y-sobre-todo-que-no-es-devops/>
<https://www.cnet.com/es/analisis/microsoft-hololens-2-primer-vistazo/>
<https://sites.google.com/site/lapsicologiahumana/4--comportamiento-humano>
<https://www.tecon.es/que-es-microsoft-azure-como-funciona/>
<http://case.edu/hololens/>
<https://winphonometro.com/2016/02/microsoft-clicker-accesorio-hololens>
<https://docplayer.es/145655662-Prototipo-de-realidad-aumentada-para-el-proceso-de-alfabetizacion-en-la-poblacion-de-adultos-mayores.html>
<https://docplayer.es/112240786-Facultad-de-ingenieria-y-ciencias-aplicadas.html>

Instances where selected sources appear:

63



[Handwritten Signature]
 11-02-2020
 Graciela Guerrero



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “Evaluación y validación del reconocimiento de emociones mediante tecnología HoloLens. Caso de estudio: estudiantes universitarios de carreras técnicas vs. estudiantes de carreras administrativas”, fue realizado por el señor **Cuichan Paucar, Cristhian Estalin**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 05 de marzo de 2020

Firma:

Ing. Guerrero Idrovo, Rosa Graciela Msc.

C. C. 1720513322



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Cuichan Paucar, Cristhian Estalin**, con cédula de ciudadanía n° 1723954838 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Evaluación y validación del reconocimiento de emociones mediante tecnología HoloLens. Caso de estudio: estudiantes universitarios de carreras técnicas vs. estudiantes de carreras administrativas”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 05 de marzo de 2020

Firma

.....
Cuichan Paucar, Cristhian Estalin

C.C.: 1723954838



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Cuichan Paucar, Cristhian Estalin**, con cédula de ciudadanía n° 1723954838, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación y validación del reconocimiento de emociones mediante tecnología HoloLens. Caso de estudio: estudiantes universitarios de carreras técnicas vs. estudiantes de carreras administrativas**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 05 de marzo de 2020

Firma

Cuichan Paucar, Cristhian Estalin

C.C.: 1723954838

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre Gloria, mi padre Humberto, mi hermano Erick, por siempre apoyarme cuando más lo necesitaba, por brindarme su cariño y apoyo día a día, por todos los consejos que me dieron, y sobre todo por ser parte de este proceso, desde el primer día que comencé la carrera hasta el día en que logré culminarla.

A mis abuelitos Inés y Matías, que siempre han estado conmigo durante toda mi vida, por haberme brindado todo su cariño y apoyo, sobre todo por compartir junto a mi alegrías, consejos y momentos inolvidables.

A mis abuelitos María Eloiza y José Miguel. Mamá sé que, desde algún lugar en el cielo, siempre estuvo pendiente de mí.

A mi familia que siempre han sido parte de mi vida, por todos los consejos que me han brindado.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme brindado la oportunidad de haber llegado hasta aquí, por brindarme sabiduría para sobresalir de las dificultades y por haberme brindado la familia que tengo.

A mis padres Gloria y Humberto, por el apoyo incondicional brindado, su amor y paciencia que siempre los caracterizo y los consejos tan importantes que me pudieron dar.

A mi hermano por siempre haberme apoyado en cada cosa que eh realizado.

A mis amigos que durante toda la carrera hemos compartido momentos inolvidables y siempre hemos estado apoyándonos.

Un agradecimiento especial a mi tutora de tesis la Ing. Graciela Guerrero por su apoyo incondicional y por los conocimientos impartidos que me permitieron realizar este trabajo.

Índice

Portada	1
Hoja de resultados de la herramienta Urkund	2
Certificado del Director	3
Responsabilidad De Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice	8
Índice de tablas	14
Índice de figuras	15
Resumen	18
Abstract.....	19
Capítulo I	20
Introducción.....	20
Antecedentes	20
Planteamiento del problema de investigación	22
Justificación	24
Objetivos	25
Objetivo general	25
Objetivos específicos	25
Alcance.....	26
Hipótesis.....	27

Capítulo II	28
Marco teórico.....	28
Protocolo de investigación	29
Recolección de la información	30
Palabras clave para la investigación y cadena de búsqueda.....	30
Criterios de inclusión y exclusión.....	31
Criterios de inclusión.	31
Criterios de exclusión	32
Proceso de Selección de Estudios Primarios y Extracción de Datos	32
Resultados del proceso de búsqueda	33
Aplicación de HoloLens.....	33
Reconocimiento de emociones	34
Experiencia de usuario	34
Reconocimiento de emociones en un entorno aumentado inmersivo..	35
Ayuda social	36
Problemas al no reconocer emociones	36
Realidad mixta.....	38
Conceptos.....	38
Realidad Virtual	39
Realidad Aumentada	39
Avatares en el Entorno Mixto.....	40
Creación de avatares con expresiones faciales.....	40
Visión por HoloLens.....	40

	10
Procesamiento de avatares mediante assets	41
Psicología del comportamiento humano.....	42
Psicología emocional: cambio en la socialización	42
Evolución de los cambios: entrevistas, cambio comportamiento	43
Análisis de estados emocionales	44
Penn Emotion Recognition Task	45
Expresiones Faciales.....	45
Características de las expresiones faciales	45
Topología del rostro	47
Servicios REST.....	47
Conceptos.....	47
Ventajas.....	48
Herramientas Tecnológicas usadas	48
Power Designer	48
iClone	49
Spring Boot.....	50
Construcción de web service REST	50
Microsoft SQL Server	50
Unity.....	51
IL2CPP.....	52
LWRP	52
Características de Unity	53
Visual Studio.....	53

	11
Windows 10 SDK	54
Microsoft Azure.....	54
Características de Microsoft Azure	55
Azure DevOps	55
Metodología	56
Análisis.....	56
Diseño del modelo.....	57
Desarrollo del modelo	58
Validación de datos	58
Capítulo III	59
Desarrollo.....	59
Problema	59
Análisis de viabilidad	60
Análisis de Factibilidad Técnica	60
Análisis de Factibilidad Operativa	60
Análisis de Factibilidad Económica	61
Especificación de requerimientos.....	63
Alcance del prototipo	63
Perspectiva del prototipo	64
Diseño del prototipo	65
Arquitectura del prototipo	65
Diagramas de casos de uso.....	66
Diseño de la base de datos	76

	12
Diseño de interfaces de usuario	79
Diseño Conceptual.....	79
Diseño Navegacional	80
Diseño e Interfaces Abstractas	82
Implementación del prototipo	85
Diseño de avatares en 3D.....	89
Diseño del avatar en iClone 7	92
Desarrollo del servicio web	94
Creación del aplicativo HoloEmotion	96
Uso de Azure DevOps	97
Validación y pruebas	98
Capítulo IV.....	99
Pruebas y resultados	99
Protocolo de validación.....	99
Definición de escenarios.....	100
Estudiantes carrera técnica sistemas.....	100
Estudiantes carrera administrativa.....	101
Resultados.....	103
Análisis de resultados del test HoloEmotion basado en ER-40.....	103
Carreras técnicas	103
Carreras administrativas.....	104
Comparación entre tipos de carreras	105
Análisis de resultados sobre la satisfacción del usuario	107

	13
Capítulo V.....	118
Conclusiones y recomendaciones	118
Conclusiones	118
Recomendaciones	119
Trabajos futuros	120
Bibliografía	121
Anexos.....	129

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Búsqueda en base de datos establecidas</i>	31
Tabla 2 <i>Características de las emociones</i>	46
Tabla 3 <i>Detalles de valores estimados para el desarrollo</i>	62
Tabla 4. <i>Descripción del caso de uso Ingresar al sitio Web</i>	68
Tabla 5 <i>Descripción de casos de uso Salir del sitio WEB</i>	69
Tabla 6 <i>Descripción de casos de uso para Registrar al Usuario en el sitio web</i>	70
Tabla 7 <i>Descripción de caso de uso para Visualizar Usuarios en el sitio web.</i>	71
Tabla 8 <i>Describe el caso de uso Ingresar al Menú HoloLens</i>	72
Tabla 9 <i>Describe el caso de uso Seleccionar aplicación HoloEmotion</i>	72
Tabla 10 <i>Describe el caso de uso Realizar Test</i>	73
Tabla 11 <i>Describe el caso de uso Salir del Test</i>	74
Tabla 12 <i>Descripción del caso de uso Ver Datos Procesados</i>	75
Tabla 13 <i>Descripción del caso de uso Ver diagrama de Barras</i>	75
Tabla 14 <i>Resultados de los cuestionarios aplicados en forma global</i>	108

Índice de figuras

Figura 1 <i>Procesos del mapeo sistemático</i>	29
Figura 2 <i>Topología del rostro</i>	47
Figura 3 <i>Diagrama de bloques del prototipo</i>	65
Figura 4 <i>Definición de la arquitectura de HoloEmotion</i>	66
Figura 5 <i>Diagrama casos de uso nivel 0.</i>	66
Figura 6 <i>Diagrama nivel 1 de casos de uso del prototipo HoloEmotion</i>	67
Figura 7 <i>Diagrama nivel 2 de casos de uso sobre Ingreso al sitio Web</i>	67
Figura 8 <i>Diagrama nivel 2 de casos de uso sobre Ingreso al sitio Web</i>	69
Figura 9 <i>Diagrama de casos de uso nivel 2 Usar HoloLens</i>	71
Figura 10 <i>Diagrama de casos de uso nivel 2 de Realizar Test</i>	73
Figura 11 <i>Diagrama nivel 2 de casos de uso de Mostrar Resultados</i>	74
Figura 12 <i>Diagrama modelo conceptual base de datos HoloEmotion</i>	77
Figura 13 <i>Diagrama modelo lógico base de datos HoloEmotion</i>	78
Figura 14 <i>Diagrama de base de datos modelo Lógico de la aplicación HoloEmotion</i>	78
Figura 15 <i>Diseño Conceptual HoloEmotion</i>	79
Figura 16 <i>Diagrama de Clases para el sitio Web HoloEmotion</i>	80
Figura 17 <i>Diseño navegacional prototipo HoloEmotion</i>	81
Figura 18 <i>Diseño navegacional sitio WEB HoloEmotion</i>	81
Figura 19 <i>Interfaz Abstracta del menú inicio de HoloEmotion</i>	82
Figura 20 <i>Diseño de Interfaz abstracta que mostrará las pantallas del prototipo</i>	83
Figura 21 <i>Menú Fin del prototipo</i>	83
Figura 22 <i>Interfaz abstracta que usa el sitio web menú Login</i>	84

	16
Figura 23 <i>Diseño de interfaz abstracta para el sitio WEB</i>	85
Figura 24 <i>Menú inicio prototipo HoloEmotion</i>	85
Figura 25 <i>Ejemplo de Assets en el prototipo HoloEmotion</i>	86
Figura 26 <i>Menú Fin del prototipo HoloEmotion</i>	87
Figura 27 <i>Login del sitio WEB</i>	88
Figura 28 <i>Pantalla principal del sitio WEB</i>	88
Figura 29 <i>Opciones del sitio WEB</i>	89
Figura 30 <i>Nuevo proyecto en Character Creator 7</i>	90
Figura 31 <i>Modificar el personaje, Texturas</i>	91
Figura 32 <i>Formato de exportación del personaje</i>	91
Figura 33 <i>Configuración de las expresiones de los personajes</i>	92
Figura 34 <i>Topología del rostro</i>	93
Figura 35 <i>Timeline de la configuración del personaje</i>	93
Figura 36 <i>Formato de exportación de los personajes</i>	94
Figura 37 <i>Componentes del Servicio Web</i>	95
Figura 38 <i>Configuraciones del servicio REST</i>	95
Figura 39 <i>Script Manejo del TEST</i>	96
Figura 40 <i>Configuraciones generar prototipo</i>	97
Figura 41 <i>Ciclo de vida en Azure DevOps</i>	98
Figura 42 <i>Estudiante carrera técnica realizando el test</i>	100
Figura 43 <i>Estudiantes carrera administrativa realizando el Test</i>	102
Figura 44 <i>Microsoft Clicker</i>	103
Figura 45 <i>Resultado análisis de reconocimiento de emociones carreras Técnicas</i>	104

Figura 46	<i>Análisis de reconocimiento de emociones carreras administrativas.....</i>	105
Figura 47	<i>Comparación entre los resultados de ambas carreras.....</i>	105
Figura 48	<i>Emoción con más diferencia</i>	106
Figura 49	<i>Gráfica sobre la pregunta ¿Conocía acerca de la realidad aumentada?</i>	109
Figura 50	<i>Detalle de los resultados a la pregunta 1 de conocimientos previos.</i>	110
Figura 51	<i>Comparativa de los resultados a la pregunta 2 de conocimientos previos</i>	110
Figura 52	<i>Detalle de los resultados a la pregunta 2 de conocimientos previos.</i>	111
Figura 53	<i>Gráfica sobre la pregunta ¿Conocías el dispositivo Microsoft HoloLens.</i>	111
Figura 54	<i>Detalle de los resultados a la pregunta 3 de conocimientos previos</i>	112
Figura 55	<i>Resultados a la pregunta 4 de conocimientos previos.....</i>	112
Figura 56	<i>Detalle de resultados de la pregunta 4 sobre conocimientos previos</i>	113
Figura 57	<i>Resultados de la pregunta 1 de usabilidad.....</i>	113
Figura 58	<i>Detalle de resultados sobre la pregunta 1 de usabilidad.....</i>	114
Figura 59	<i>Resultados de la pregunta 2 de usabilidad.....</i>	114
Figura 60	<i>Detalle de los resultados de la pregunta 2 de usabilidad</i>	115
Figura 61	<i>Resultados de la pregunta 3 sobre usabilidad.</i>	115
Figura 62	<i>Detalle de resultados sobre la pregunta 3 sobre usabilidad.....</i>	116
Figura 63	<i>Resultados de la pregunta 4 sobre usabilidad</i>	116
Figura 64	<i>Detalle de los resultados sobre la pregunta 4 sobre usabilidad.....</i>	117

Resumen

Los grandes avances de la tecnología hacen que cada día se pueda indagar en varias áreas, en las cuales se pueden realizar la automatización de los procesos. La realidad aumentada es un gran avance en el cual se trata de superponer elementos virtuales sobre nuestra realidad. El uso de la realidad aumentada se encuentra en auge aplicándola en los videojuegos los cuales han tenido mucha acogida por parte de los usuarios. Esto se da porque al usuario le llama la atención el poder visualizar en su entorno objetos virtual, esto conlleva a que la experiencia de usuario sea agradable y a partir de ello se puede usar para mejorar las actividades por parte del usuario. El uso del dispositivo HoloLens como herramienta para sobreponer elementos de la realidad virtual es uno de los grandes avances en los que la empresa Microsoft ha apostado y se ha visto reflejado en su segunda versión del dispositivo.

En este proyecto se realizará un prototipo que funcione en el dispositivo HoloLens el cual permita mostrar a los usuarios una serie de personajes 3D con diferentes expresiones faciales, permitiendo escoger la respuesta que el usuario piense que es la correcta, estos datos se procesarán bajo el Test (ER-40). Se espera que este prototipo sea usado en un futuro como un mecanismo clínico para la detección de problemas de interacción social que el usuario pueda presentar.

PALABRAS CLAVE

- **REALIDAD AUMENTADA**
- **HOLOLENS**
- **INTERACCIÓN SOCIAL**
- **TEST ER-40**

Abstract

The great advances in technology mean that every day it can be investigated in several areas, in which the automation of the processes can be carried out. Augmented reality is a breakthrough in which it is about superimposing virtual elements about our reality. The use of augmented reality is booming by applying it on video games, which have been very popular with users. This occurs because the user is struck by being able to visualize virtual objects in their environment, this leads to a pleasant user experience and from that point on, it can be used to improve user activities. The use of the HoloLens device as a tool for superimposing elements of virtual reality is one of the great advances in which the Microsoft company has bet and has been reflected in its second version of this device.

In this project there will be a prototype that works on the HoloLens device which allows users to show a series of 3D characters with different facial expressions, allowing to choose the response that the user thinks that is correct, this data will be processed under the Test (ER-40) It is expected that this prototype will be used in the future as a clinical mechanism for the detection of social interaction problems that the user may present

KEY WORDS

- **AUGMENTED REALITY**
- **HOLOLENS**
- **SOCIAL INTERACTION**
- **TEST ER-40**

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Los grandes avances de la tecnología hacen que cada día se pueda indagar en varias áreas, en las cuales se pueden realizar la automatización de los procesos, actualmente uno de estos avances se basa en el uso de tecnologías que permiten superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad (Iberdrola, 2019), los cuales conllevan amplios beneficios y son utilizados como mecanismos en la realización de terapias o en la mejora de aprendizaje para los usuarios (Hoffman, 2014). Todos estos beneficios con la finalidad de aportar mejoras a la sociedad.

Es por ello que entre las nuevas tecnologías tenemos la realidad aumentada la cual permite enriquecer nuestra percepción de la realidad con nueva lente gracias a la cual la información del mundo real se complementa con la digital (Telefonica, 2011).

El potencial de la realidad aumentada es evidente, su uso va más allá de juegos y entretenimiento, las grandes compañías informáticas están presentando novedosos sistemas que explotan sus características. Aunque actualmente la mayoría de aplicaciones utilizan pantallas o gafas como dispositivo de presentación, la utilización de proyectores permite desarrollar innovadoras ventanas de información sobre cualquier superficie o dispositivo (Ortega, 2015).

Entre la tecnología que ofrece una experiencia de realidad aumentada se encuentra Google Glass, Microsoft HoloLens la cual superpone un mundo virtual sobre el entorno existente

del usuario. La tecnología AR difiere de los dispositivos para realidad virtual (VR) que sumergen completamente a un usuario en una experiencia virtual como es el caso de Oculus Rift, HTC Vive, entre otros (Farahani et al., 2016).

El Microsoft HoloLens es un auricular portátil que proyecta una imagen visible en el punto de vista del usuario. Superpone una imagen en el entorno de la vida real que rodea al usuario para crear una experiencia de realidad mixta. Microsoft le llama realidad mixta, pero la tecnología que cae claramente en el espacio de la realidad aumentada ya que ésta coloca imágenes 3D tipo hologramas sobre superficies físicas para que interactúen con la realidad (Sama, 2019).

Como ejemplo de aplicaciones haciendo uso de la tecnología HoloLens tenemos que los dispositivos AR, han sido probados con procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos y guiados por imágenes (De Paolis & Aloisio, 2012). En los cuales el objetivo fue probar los HoloLens en una variedad de aplicaciones clínicas y no clínicas basados en alguna patología y se hace uso de contenido holográfico 3D para enseñar anatomía humana (University, 2015).

La habilidad de reconocer las emociones de las personas que se encuentran dentro de un entorno mutuo, así como la propia es indispensable para la interacción social positiva. Estudios recientes informan de la estrecha relación entre el reconocimiento emocional y la funcionalidad social (Johnston et al., 2010). Por lo cual, de esta manera, la forma en la que un individuo reconoce el estado emocional del otro, determina una gran parte de su éxito social, lo que resulta relevante para su funcionamiento en la comunidad (Wölwer et al., 2012).

Dentro de la realización de estudios comparativos para determinar la influencia del reconocimiento facial de emociones se obtuvo que esto difiere tanto entre hombres y mujeres

(Wingenbach et al., 2018), así como en personas jóvenes y adultas (Sullivan et al., 2015), en las cuales el reconocimiento difiere haciendo que su interacción en la sociedad cambie. En la literatura se muestra a su vez que difiere también el área educativa en la cual se desempeñan, por lo cual es lo que se tratara de evaluar.

Existe evidencia consistente de que los pacientes con diferentes trastornos neuropsiquiátricos tienen una dificultad significativa para reconocer con precisión las emociones expresadas por otros (Hoernagl et al., 2011). La presencia de este déficit del reconocimiento facial de las emociones ha sido ampliamente estudiada en trastornos psicóticos, en el caso del autismo y trastornos relacionados (Marwick & Hall, 2008).

Un tipo de autismo es el síndrome de Asperge, el cual de cada 1000 personas el 0,5% la poseen (García, 2018). Las consecuencias del síndrome es la dificultad a hora de entender las emociones y gestionarlas con el otro y a la hora del lenguaje entender cómo es la comunicación (Rava & García, 2018).

Haciendo uso de realidad virtual se creó una aplicación la cual maneja escenarios en los cuales ayuda a la persona para que vaya perdiendo el miedo a hablar en público dentro del escenario virtual y este se transmita a la vida real (Rava & García, 2018). Con la función de que la persona se adapte tanto en el ámbito social como en el ámbito laboral y desempeñe sus labores de forma casi normal, adaptándose a los cambios que se presentan.

Planteamiento del problema de investigación

La capacidad para el reconocimiento de emociones es una herramienta universal, con la cual permiten que las personas puedan socializar. Dentro del reconocimiento de emociones, se

encuentran involucradas las expresiones faciales al momento de expresar una emoción básica, lo cual puede generar problemas en la interacción social efectiva (Sachs et al., 2012).

El problema del reconocimiento de emociones en algunas personas, afecta la interacción con personas que se encuentren dentro de su círculo social o consigo mismo, puesto que la forma en la que la persona reconoce el estado emocional de otro determina una gran parte de su éxito social, lo que resulta relevante para su funcionamiento en la comunidad (Santiso & Arsuaga, 2018).

Dentro del proceso de reconocimiento de emociones interviene directamente la expresión facial, la cual permite la comunicación, adecuación y regulación de emociones dentro de un contexto social (Gordillo et al., 2013).

El reconocimiento de emociones se dificulta en las personas, las cuales tienen dificultad de realizar trabajo en equipo e incapacidad para entender claves sociales, a su vez la comprensión a otras personas, se basa en no poder detectar y expresar emociones y estados emocionales ajenos como propios y regular su conducta (Santiso & Arsuaga, 2018).

Esto desencadena en que la persona baje su autoestima y puede adoptar autoconceptos ambiguos, que pueden ir acompañados de estados emocionales de superioridad o bien de ideas excesivamente negativas centradas en el desconocimiento de sus capacidades, así como problemas para tomar decisiones.

Esto conlleva dificultades para manejar relaciones de pareja; dificultades en la atención que se pueden reflejar en el entorno laboral y problemas para superar las entrevistas de trabajo (Sánchez Pardíñez, 2015).

Justificación

El reconocimiento de emociones es de vital importancia puesto que esto conlleva que el usuario, se relacione mejor en su círculo social. Esto afecta en la vida de los usuarios al desempeñar su trabajo o al tener una conversación con otra persona.

Puesto que para el reconocimiento de emociones se usa varios Test en los que se aplican tecnologías des rostro no computarizado, esto se puede mejorar mediante la presentación de modelos 3D, que desempeñaran de mejor manera el reconocimiento de emociones, a su vez el modelamiento 3D permite la modificación de los avatares mediante la topología del rostro la cual indica los gestos que el modelo tendrá al momento de presentar los modelos 3D al usuario.

En la actualidad la Realidad Aumentada se encuentra en auge en varias áreas, entre ellas la medicina, sociales, terapéuticas, educativas, militares, entre otras. El potencial que ofrece es amplio y a partir de ello se realizan procedimientos terapéuticos, los cuales tratan de ayudar a las personas que tienen problemas en el reconocimiento de emociones, basándose como un primer test para identificar la existencia o inexistencia de algún problema psicológico. En el caso de existir un problema lo que se busca es que a un futuro se pueda como parte de terapias y a las personas que tengan un déficit en el reconocimiento de emociones llegar a Facilitar su desenvolvimiento en el área social (García, 2018), existen estudios los cuales ayudan a que las personas puedan expresarse en público, comprender la situación en la que se encuentran y al reconocimiento de sus emociones y de las personas a su alrededor, lo cual beneficia tanto en el trabajo o en el área en el que se desenvuelvan (Dawood et al., 2018).

Ante esta realidad es necesario el análisis creación de un entorno aumentado basado en la tecnología HoloLens enfocados en que las personas logren entender las emociones que se presente a partir de las 6 emociones básicas.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una aplicación basándose en un entorno aumentado que presentara la reacción ante el reconocimiento de estados emocionales de las personas en diferentes áreas educativas, haciendo uso de tecnología HoloLens, para conocer la posibilidad de existencia de problemas de interacción social.

Objetivos específicos

- i. Efectuar un estudio exploratorio sobre las propuestas existentes basándose en realidad aumentada para tratar problemas de interacción social, con el propósito de identificar el funcionamiento de esta tecnología, a través de un análisis sistemático de literatura básico.
- ii. Diseñar el modelo de un entorno aumentado usando técnicas de realidad aumentada para mostrar avatares con diferentes emociones y expresiones faciales.
- iii. Desarrollar el entorno aumentado usando tecnología HoloLens, el cual mostrará avatares basándose en las 6 emociones básicas y con diferentes expresiones faciales partiendo desde la emoción neutra, para realizar el reconocimiento de emociones.

- iv. Validar los resultados del análisis haciendo uso del entorno aumentado a los estudiantes de las carreras técnicas y administrativas mediante el uso de análisis correlativos de los resultados a través de Penn Emotion Recognition Task (ER-40).

Alcance

El proyecto de investigación consiste en lo siguiente:

- **Análisis de literatura de trabajos relacionados**
 - Se realizará un estudio exploratorio de las técnicas que se presentaron para el reconocimiento de emociones en los cuales se usaron métodos de realidad aumentada e hicieron uso de expresiones faciales.
 - Se tomará en cuenta paper's los cuales se encuentren en idioma inglés y la fecha de publicación sea de 2014 hasta la fecha actual.
- **Diseñar el modelo de un entorno aumentado**
 - Plantear modelo de un entorno aumentado
 - Creación de avatares con expresiones faciales
 - Guardar los resultados en una base de datos para realizar la validación
- **Desarrollar el entorno aumentado**
 - Presentación de estados emocionales usando los assets de los avatares dentro del entorno aumentado.
 - Los avatares cambiaran de expresiones faciales según corresponda el estado emocional que represente, los cuales se basan en las 6 emociones básicas.
 - Usar la tecnología HoloLens para presentar el entorno aumentado y realizar las pruebas respectivas.

- Validar los resultados
 - Realizar pruebas con estudiantes del área de carreras técnicas y carreras administrativas, haciendo uso del entorno aumentado presentándolo en HoloLens y guardando los resultados en una base de datos.
 - Con los datos obtenidos por cada individuo que se encuentren en la base de datos, se validara haciendo uso de Penn Emotion Recognition Task (ER-40) y realizar un análisis correlación al para obtener resultados concretos de la presencia de problemas de interacción social.

Hipótesis

El desarrollo de un entorno aumentado usando tecnología HoloLens permitirá realizar el reconocimiento ante los estados emocionales presentados y validar la existencia de un problema de interacción social según el área educativa donde se desenvuelven.

Capítulo II

Marco teórico

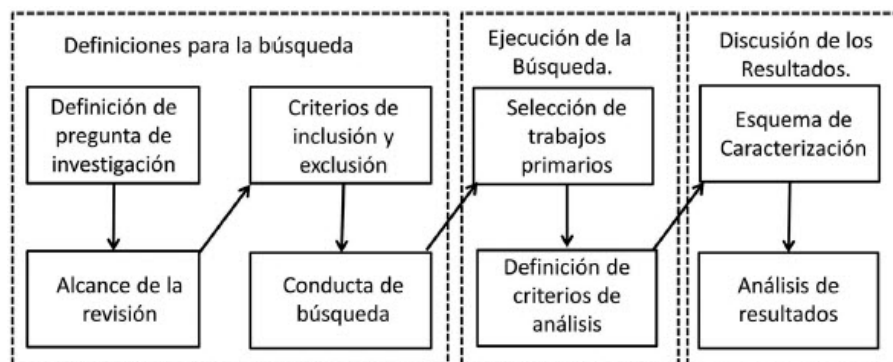
En el presente capítulo se refiere a un análisis de los trabajos relacionados con la propuesta del uso de la tecnología de realidad mixta mediante el uso del dispositivo HoloLens en el reconocimiento de emociones, con la finalidad de conocer trabajos realizados y poder conceptualizar todos los elementos usados en el desarrollo de la propuesta. A su vez se referirá los fundamentos teóricos de la metodología, las herramientas las cuales han sido usados para el desarrollo del presente trabajo.

Dentro del análisis del estudio del arte se basa en la metodología para el proceso de mapeo sistemático el cual se muestra en la Figura 1, en el cual se propone el siguiente proceso para la búsqueda de información.

La metodología se constituye de los siguientes pasos para la extracción de información, los cuales son: (1) Definiciones para la búsqueda, (2) Ejecución de la búsqueda, (3) Discusión de resultados (Carrizo & Rojas, 2016).

Figura 1

Procesos del mapeo sistemático



Nota. La imagen presenta la metodología que se usa en el proceso de investigación. Imagen tomada de Rev. chil. ing. vol.26 no.3 Arica 2018 (p. 2), por Carrizo D, Ingeniare. Revista chilena de ingeniería.

Protocolo de investigación

Como fase inicial para realizar el proceso del estudio del arte se procede a realizar los criterios para la búsqueda, en los cuales se va a definir la pregunta de investigación, la cual será fundamental ya que de ahí se partirá como marco de búsqueda de estudios científicos relacionados al tema, este proceso ayudará a realizar el trabajo de inclusión o exclusión de los trabajos en los cuales el criterio se fundamente a nuestra pregunta de búsqueda, esto mediante la selección de trabajos primarios los cuales se apeguen a nuestros criterios, para que finalmente realizar el análisis de los resultados obtenidos investigación. Para el presente estudio se han definido las siguientes preguntas de investigación:

RQ1: ¿Existen trabajos relacionados a la tecnología de realidad mixta que utilicen HoloLens y presenten avatares humanizados?

RQ2: ¿Cómo ha sido el proceso de elaboración de los trabajos relacionados con la realidad mixta usando HoloLens?

RQ3: ¿Se pueden obtener recomendaciones luego de revisar los trabajos relacionados?

Las respuestas a estas interrogantes se muestran a continuación en la sección de resultados.

Recolección de la información

Para la realización del estudio se realizó el análisis de inclusión y exclusión de los trabajos relacionados mediante la aplicación de cadenas de búsqueda personalizadas en motores de búsqueda académicos que tienen artículos indexados como IEEE y Springer. Se realizó esto puesto que la revisión sistemática tiene como objetivo el reunir información que cumple los criterios de búsqueda basándose en el conjunto de objetivos establecidos al iniciar el proceso de búsqueda (Wolfenden et al., 2020).

Palabras clave para la investigación y cadena de búsqueda

Para realizar el proceso de determinar el estudio de trabajos realizados para la presente investigación, se propuso en primera instancia: la construcción de una estructura que provea una vista general de los problemas que tienen las personas en el reconocimiento de estados emocionales, sus causas y las características de las soluciones propuestas para dichos problemas.

Para la formulación de la cadena de búsqueda se hizo uso de los motores de búsqueda IEEE y Springer ya que son motores de búsqueda que contienen una muy gran cantidad de documentos indexados (Khan et al., 2009).

Las cadenas de búsqueda que se usaron en la búsqueda de la información son las siguiente y se describen en la Tabla 1

Tabla 1

Búsqueda en base de datos establecidas

Base de datos	Cadena de búsqueda
IEEE	(((((Augmented reality) or virtual reality) AND mixed reality)) AND ((HoloLens) AND recognition of emotions OR feelings))
SPRINGER	ALL ({Augmented reality} OR {mixed reality}) AND ALL ({recognition of emotions} OR {feelings}) AND ALL ({HoloLens})

Nota. Esta tabla muestra las bases de datos consultadas para la búsqueda de trabajos relacionados.

Criterios de inclusión y exclusión

Tratando de constituir el objetivo de búsqueda como alcanzable se definieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión.

Los artículos para su inclusión deben cumplir lo siguiente:

- Describir estudios empíricos relacionados con la problemática del reconocimiento de estados emocionales en las personas.
- Describir los problemas que puede causar en un entorno social el no reconocer estados emocionales.

- Describir detalladamente trabajos que usen personajes en un entorno mixto utilizando la tecnología HoloLens.
- Describir propuestas para abordar los problemas que inciden en el reconocimiento de estados emocionales y emociones en las personas.

Criterios de exclusión

Los artículos que serán excluidos son los siguientes:

- Artículos publicados antes del año 2014.
- Artículos cortos, tutoriales y resúmenes de presentaciones o conferencias en torno a la temática del uso de tecnología HoloLens.
- Artículos no accesibles en texto completo.

Proceso de Selección de Estudios Primarios y Extracción de Datos

A partir de la conformación de la cadena de búsqueda se obtuvieron 93 estudios en la base digital IEE, entre los cuales se escogió los 4 estudios más relevantes que conforman el GC.

Para analizar la factibilidad del objetivo principal de la búsqueda fueron aplicados filtros en los estudios obtenidos en la biblioteca IEEE. Los filtros se aplicaron basándose en los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el primer parámetro de esta sección.

Como resultado de esta actividad se obtuvieron 15 estudios (denominados estudios seleccionados). A continuación, se accedió al contenido completo de los estudios, los cuales se revisaron y a partir de ello se seleccionó 4 estudios en los cuales predominan los criterios de búsqueda, los cuales se denominaron como estudios principales.

Con el propósito de establecer el análisis de trabajos realizados, se analizaron los trabajos relacionados y la información más relevante para la investigación, contenida en los estudios primarios fue extraída.

Resultados del proceso de búsqueda

RQ1: ¿Existen trabajos relacionados a la tecnología de realidad mixta que utilicen HoloLens y presenten avatares humanizados?

Se realizó la búsqueda de los trabajos relacionados basándose en los criterios de inclusión y exclusión, tomando los trabajos desde 2014 hasta 2019, se obtuvieron los siguientes resultados, en los cuales se han publicado 93 artículos relacionados con la tecnología de realidad aumentada mediante HoloLens y aplicado al reconocimiento de emociones, dentro de los resultados se tiene un total de 26 trabajos que en su contenido mencionan el uso de HoloLens y aplican el reconocimiento de emociones en su desarrollo, estos trabajos están enfocados dentro de la temática de búsqueda de forma concisa y sobre todo tienen la realización de aplicaciones mediante HoloLens en su contenido. Dentro de este análisis de trabajos realizados se tomó en cuenta estudios que combinen con tres temáticas: i) HoloLens, ii) realidad mixta y iii) reconocimiento de emociones. Los trabajos tomados se citan a continuación.

Aplicación de HoloLens

Un estudio en el que se realice la aplicación de HoloLens es el de Marek Kowalski; Zbigniew Nasarzewski; Grzegorz Galinski; Piotr Garbat en el cual se explica la creación de HoloFace, la cual se basa en un marco de código abierto para la alineación facial, la estimación de la postura de la cabeza y la recuperación de atributos faciales para Microsoft HoloLens. Esta aplicación se encarga de implementar dos métodos de alineación de rostro, que

se puede usar en la última generación que se puede usar, ya que uno se ejecuta localmente y otro de forma remota. Este proceso se logra ajustando la postura de la cabeza mediante el uso de un modelo 3D deformable a los puntos de referencia localizados usando la alineación de la cara. Esto debido a que los parámetros del modelo de cara 3D ajustado proporcionan estimaciones de los atributos faciales, como la apertura de la boca o la sonrisa (Kowalski et al., 2018).

Reconocimiento de emociones

Se encontraron varios estudios en los que se enfocan directamente el uso de HoloLens en el reconocimiento facial y sus precedentes. Un ejemplo de ello es el trabajo realizado por Marek Kowalski y Zbigniew Nasarzewski, en el cual describen la creación de HoloFace, que en conjunto se puede utilizar para aumentar los rostros de las personas vistas por usuario de HoloLens y con esto se podría mejorar su interacción, los posibles escenarios a los que se puede aplicar incluyen el reconocimiento facial, reconocimiento de emociones, seguimiento de la mirada y muchos otros. Demostramos las capacidades de nuestro marco al aumentar las caras de las personas vistas a través de HoloLens con varios objetos y animaciones (Kowalski et al., 2018).

Experiencia de usuario

El uso de una nueva tecnología como es HoloLens va tomando varios campos de aplicación en la educación, medicina, arte, cultura, entre otras. Esto conlleva a que el usuario tenga que adaptarse a la manipulación de esta tecnología. Esta tecnología muestra amplias posibilidades de aplicaciones según el artículo publicado por Dhvani Mehta, Mohammad Faridul

Haque Siddiqui y Ahmad Y. Javaid pertenecientes a la universidad de Toledo los cuales explican que el uso de la tecnología HoloLens por parte del usuario es positiva y que este tipo de tecnología de realidad mixta han hecho que el reconocimiento de emociones sea ineludible y desafiante en el campo de la informática. El uso de señales no verbales como gestos, movimientos corporales y expresiones faciales transmiten el sentimiento y la retroalimentación al usuario, así como en la interacción humano-computadora va siendo un poco más adaptable a los requerimientos del usuario. Además, el uso de sensores juega un papel importante en la detección precisa al proporcionar una entrada de muy alta calidad, lo que aumenta la eficiencia y la fiabilidad del sistema (Mehta et al., 2018). Basándose en este artículo se puede apreciar que la experiencia del usuario al manejar estas tecnologías es positiva y que el reconocimiento automático de las emociones humanas se puede realizar a partir de los HoloLens y que este tipo de tecnología no es complicado de usar.

Reconocimiento de emociones en un entorno aumentado inmersivo

El reconocimiento de emociones mediante el uso de entornos virtuales ya sea mediante realidad aumentada o realidad mixta se ha venido realizando a partir del uso de dispositivos de realidad virtual así lo explicaban en el trabajo realizado por parte de Xiang Chen ; Lijun Xu ; Hua Wei ; Zhongan Shang , los autores detallan que el uso de dispositivos de realidad virtual está cambiando nuestras vidas y es fundamental proporcionar una interacción inteligente y mejorar la experiencia interactiva inteligente del usuario. El reconocimiento de emociones en un entorno virtual inmersivo se puede realizar mediante la aplicación de inteligencia artificial. La cual cuando se introduce en la clasificación de emociones de interacción inteligente o segmentación semántica y otras tareas, se requiere conocimiento profesional para etiquetar

manualmente la muestra de imágenes. Estas tecnologías se pueden abordar para el problema de la escasez de datos etiquetados en la clasificación de emociones (Chen et al., 2019).

Ayuda social

Mediante la aplicación de la tecnología HoloLens existen muchas aplicaciones de ayuda, basándose en la cadena de búsqueda y tratando de encontrar trabajos relacionados que ayuden al reconocimiento de emociones, se encuentra el proyecto HoloFace que se encarga de tratar de realizar estudios del reconocimiento de emociones en el entorno de las personas, esta aplicación se usa mediante a alineación facial, la estimación de la postura de la cabeza y la recuperación de atributos faciales para Microsoft HoloLens. Esto se realiza usando modelos 3D los cuales tienen características deformables a los puntos de referencia localizados usando la alineación de la cara (Kowalski et al., 2018).

Problemas al no reconocer emociones

En esta investigación se presenta por Greenfeld, Lugmayr y Lamont se detalla un estudio comparativo realizado en el cual se mide la experiencia de usuario y emociones de un grupo de tecnologías orientadas en el campo de la realidad virtual. Para este análisis se realizó la comparación con cinco entornos de realidad virtual entre los cuales tenemos: HDM (head-mounted display), la pantalla inmersa, VR móvil, AR (HoloLens) y Tablet PC. Se analizó la realidad mixta que se está usando actualmente a través de estos dispositivos, así como las pautas de diseño que se utilizan normalmente en la realidad virtual y realidad aumentada con la finalidad de ayudar a los desarrolladores crear contenido atractivo y accesible a través del método mixto (Greenfeld et al., 2018).

Se realizó entrevistas para conocer la respuesta de la muestra hacia la función de la realidad mixta, en la cual se priorizo en el comportamiento de los participantes, la adaptación hacia los patrones de interacción, tanto en su comportamiento como en su estado emocional, lo cual ayudo a redefinir el diseño existente y mejorar la usabilidad lo cual permitirá a los desarrolladores a crear contenido más intuitivo, lo cual permitirá mejorar las aplicaciones que están orientadas en la realidad mixta.

RQ2: ¿Cómo ha sido el proceso de elaboración de los trabajos relacionados con la realidad mixta usando HoloLens?

El proceso de elaboración de trabajos realizados utilizando tecnología HoloLens se basa en el uso de recursos en 3D, así lo describen en su trabajo los autores Samuel Dong y Tobías Höllerer ellos se basaron en la creación de modelos geométricos enfocándose en la textura de sus recursos. Estos recursos han sido usados para realizar una cobertura inmediata en la Realidad Aumentada (AR) mediante el uso de HoloLens. Indican que un usuario que camina y mira alrededor de un espacio físico puede crear un modelo texturizado del espacio, listo para la exploración remota y la colaboración AR. Los HoloLens construyen una malla triangular del entorno mientras escanea y se rastrea en un nuevo entorno. La malla contiene vértices, triángulos y normales, pero no color. Tomamos la transmisión de video de la cámara a color y la usamos para colorear una textura UV para mapear a la malla. Una de las limitaciones HoloLens es su limitada memoria gráfica, por lo cual es mejor utilizar una textura de tamaño fijo. Dado que la generación de malla cambia dinámicamente en tiempo real, es por ello que es mejor realizar un esquema de mapeo adaptativo que distribuye uniformemente cada triángulo de la malla dinámica en la textura de tamaño fijo y se adapta a la nueva geometría sin comprometer los datos de color existentes (Dong & Höllerer, 2018).

RQ3: ¿Se pueden obtener recomendaciones luego de revisar los trabajos relacionados?

Durante el proceso de investigación de trabajos relacionados con el uso de HoloLens aplicados al reconocimiento de emociones, surgen varios defectos técnicos y metodológicos, esto se debe a que no existen muchos trabajos que implementen el desarrollo de aplicaciones en HoloLens.

De los trabajos encontrados haciendo uso de la cadena de búsqueda se puede tener como recomendaciones el uso de recursos 3D adaptables al entorno, el mapeo de las personas en el plano sea correcto para que la experiencia del usuario al hacer uso de esto contribuya en la detección de las emociones. En los recursos 3D tener en cuenta la alineación facial, la estimación de la postura de la cabeza y la recuperación de atributos faciales. Esto quiere decir al recurso en 3D se debe lograr que sus expresiones sean deformables, exista atributos faciales como movimiento de los ojos, apertura de la boca, sonrisa y las expresiones cambien según las emociones, puesto que los puntos de referencia de visión que está observando el usuario se modificaran y se lograra que la detección de las emociones mediante las expresiones faciales sea correcta.

Realidad mixta

Conceptos

La realidad mixta consiste en la inclusión de realidad virtual y la realidad aumentada, esta tecnología se refleja en el entorno virtual y el entorno real.

La tecnología de realidad mixta se puede decir que es la siguiente evolución en la interacción entre humanos, la cual involucra computadoras y entornos, esto abre muchas posibilidades que antes regían únicamente en la imaginación de las personas.

Estas posibilidades son posibles gracias a los avances en visión computacional, a las mejoras en poder de procesamiento gráfico, mejoras en la tecnología de visualización y sistemas de entrada.

El término realidad mixta se introdujo originalmente en un artículo de 1994 de Paul Milgram y Fumio Kishino, " Una taxonomía de presentaciones visuales de realidad mixta ". Su trabajo introdujo el concepto de la virtualidad continua., y se centró en cómo la categorización de la taxonomía aplicada a las pantallas. Desde entonces, la aplicación de la realidad mixta va más allá de las pantallas. También incluye información ambiental, sonido espacial y ubicación (Merino, 2018).

Realidad Virtual

La realidad virtual se basa en la simulación de un Ambiente virtual creado haciendo uso de un ordenador en el que el usuario tiene la sensación de sumergirse en el entorno virtualizado, en este entorno el usuario puede interactuar usando periféricos, imágenes 3D, el usuario interactúa en este entorno mediante la simulación de estímulos sensoriales y el uso de movimientos que son capturados al momento del usuario adentrarse al entorno (Lara et al., 2019).

Realidad Aumentada

La realidad aumentada es cada vez más popular en las diferentes áreas ya sean comerciales, científicas, entre otras. La realidad aumentada es una variación de la Realidad

Virtual, donde el usuario puede ver el mundo real de forma mejorada con gráficos 3D que se superponen a su campo de visión (Bonifaz & Molina, 2015).

Avatares en el Entorno Mixto

Creación de avatares con expresiones faciales

El uso de personajes virtuales se está utilizando cada vez con mayor frecuencia en las interfaces de usuario o en los entornos aumentados para mejorar la comunicación entre persona-maquina. Es por tal motivo que se trata de definir el comportamiento y la apariencia de los avatares se asemejen a personas reales las cuales se encuentren envueltas en un mundo virtual o aumentado, lo cual se espera que su comportamiento sea de manera intuitiva y visual a través de los editores gráficos (Carretero et al., 2012).

Visión por HoloLens

La visión por HoloLens se basa partiendo de ideas las cuales parecen ser tomadas de la ciencia ficción.

Microsoft es pionero en la visión mediante HoloLens, los cuales presentaron un dispositivo llamativo el cual cuenta de lentes transparentes, los que permiten ver la realidad del entorno, pero al usarlos el entorno que el usuario se encuentra cambia repentinamente haciendo uso de objetos 3D, esto se produce mediante el uso de entornos aumentados.

Las HoloLens funcionan de la siguiente manera, en lugar de presentar un entorno netamente virtual, estas gafas reproducen imágenes 3D, las cuales pueden ser observadas únicamente por el usuario que hace uso de ellas. Otra diferencia de las gafas de realidad virtual es que las gafas de Microsoft funcionan como computador integrado, lo cual beneficia en la movilidad al momento de trasladarse de sitios.

Se logra beneficiar este proceso de movilidad, ya que mediante los HoloLens se puede conectar a una red y realizar los procesos cotidianos de un día normal. Podemos caminar e interactuar con las personas que nos rodean sin tener preocupaciones de tener accidentes al momento de usarlas (HoloLens, 2018).

Procesamiento de avatares mediante assets

El procesamiento de avatares mediante assets se basa en la inclusión de personajes 3D en un entorno mixto, esto quiere decir la mezcla de la realidad virtual y realidad aumentada. Los pioneros de este tipo de procesamiento es Windows Mixed Reality, la cual se basa en décadas de inversión, que Microsoft ha realizado en DirectX (Microsoft, 2019a).

Esto significa que todos los desarrolladores con experiencia y conocimientos mediante los nuevos avances que realizó Windows, se tiene un campo más amplio para la creación de entornos virtuales usando gráficos 3D y plasmándolos en entornos de realidad mixta mediante HoloLens.

Los recursos que se crean para el uso con HoloLens tienen muchas formas y tamaños. Estos pueden estar formados por una serie de texturas e imágenes, video, audio, animaciones y modelos 3D. Para realizar estos recursos existen innumerables herramientas que se encuentran disponibles para crear los diferentes tipos de activos que se usan en un proyecto.

Unity permite mediante su sistema de animación, el uso de personajes humanoides, también conocidos como avatares (Unity Technologies, 2019), el uso de estos personajes es común en la realización de videojuegos, presentaciones culturales, medicina, educación, entre otras. Esto se puede gracias a que la herramienta Unity proporciona extensas herramientas para la creación de animaciones humanoides (Unity Technologies, 2016).

Psicología del comportamiento humano

La psicología del comportamiento humano se describe en la forma que la persona tiene al momento de pensar, de expresar sentimientos, emociones, de su manera de comportarse y relacionarse, estos rasgos ayudan a conocer a la persona. Estos rasgos se van presentando a nivel que la persona crece y adquiere conocimientos, se puede decir que es la forma de su desarrollo evolutivo. Es evolutivo ya que se emplea la carga genética, sus vivencias a lo largo de su vida, la manera que transmitió las otras personas cuando se tuvo relación es interpersonales y de entorno sociocultural en el que se rodea (Suarez, 2016).

Psicología emocional: cambio en la socialización

Al momento de hablar de psicología emocional, (Gómez, 2008) menciona que “las emociones, en las cuales se basa tanto la experiencia subjetiva como la expresión objetiva, dentro de estas experiencias se involucra el funcionamiento del sistema límbico del cerebro”, las estructuras corticales que constituyen el sistema límbico forman un borde curvo alrededor del cuerpo caloso, estas conectan los dos hemisferios cerebrales (Lopez et al., 2009).

Las emociones alteran psicológicamente la atención, toman como prioridad ciertas conductas en la jerarquía de respuestas del individuo y estas activan redes asociativas neuronales relevantes de la memoria. Las emociones fisiológicamente organizan rápidamente las respuestas de distintos sistemas biológicos por medio de moléculas distintas que activan ciertas reacciones con la finalidad de tener un medio interno óptimo para el comportamiento efectivo.

En el ámbito conductual las emociones se utilizan para establecer la posición con respecto al entorno del individuo.

Las emociones tienen ciertas características invariables y en ciertas ocasiones otras muestran cierta variación entre individuos, las cuales pueden cambiar entre los grupos que se encuentren o las culturas que se encuentren rodeados.

Evolución de los cambios: entrevistas, cambio comportamiento

Como resultado de las necesidades de adaptación y de la evolución de los homínidos surgió hace unos 100.000 años el Homo sapiens, antepasado directo del hombre actual. Desde entonces se ha hecho más que evidente la evolución del ser humano, un proceso que no sólo se contempla desde el punto de vista biológico o cultural, sino también en cuanto al ser social. Para comprender el papel del ser humano en la sociedad es fundamental conocer la estructura de ésta, las normas que regulan la relación social, los factores de las bases fundamentales de la estructura social son tres:

- **Solidaridad.** Los elementos que componen la estructura social están relacionados como fenómenos solidarios. Es decir, cada uno de ellos depende de los demás y no pueden ser lo que son si no tienen en cuenta la relación que los une a los demás.
- **Síntesis.** Cada estructura tiene sentido como unidad, como integración. De modo que cuando un elemento cambia, la estructura se pone en marcha para que la unidad no sufra daños.
- **Equilibrio.** Entre todos los elementos que componen una estructura social existe un cierto equilibrio, que es el responsable de que esa estructura exista. Eso sí, ese equilibrio es siempre temporal. Puede prolongarse mucho en el tiempo, pero nunca es definitivo, y se caracteriza por su carácter dinámico.

La estructura social está regida por una serie de normas -también llamadas estructura formal- que pueden entenderse como un conjunto de deberes y derechos, base de la organización de una sociedad. cambio social y las teorías del conflicto social y generacional (Hiru, 2018).

Análisis de estados emocionales

La comprensión de la emociones propias y ajenas, la regulación de la expresión emocional y de las emociones de los otros (habilidad para generar o modular las emociones de los otros consolando, animando, etc.) son claves para el establecimiento de vínculos y para el desarrollo de las competencias sociales. Estudios recientes destacan cada vez más la importancia del desarrollo de las competencias sociales para el éxito adulto y una vida en sociedad guiada por la sociedad (Richaud, 2012).

En las últimas décadas, se ha profundizado el estudio acerca de cómo la regulación emocional va cambiando a lo largo del ciclo vital. Al respecto, Magai (2008) realizó una reseña, en la que plantea que hay tres teorías principales acerca de los cambios emocionales a lo largo del desarrollo vital humano. La primera, llamada Teoría diferencial de las emociones, plantea que existe una diferencia cualitativa en la naturaleza de las emociones primarias: alegría, interés, sorpresa, enojo, desprecio, disgusto, miedo, tristeza, culpa y vergüenza, cada una con diferencias distintivas en cuanto a las motivaciones, la expresión y los aspectos fenomenológicos. Se plantea que para cada emoción primaria hay circuitos cerebrales fuertemente anclados que permanecen relativamente estables desde la niñez hasta la adultez. La constancia de la fenomenología emocional a lo largo de las distintas etapas del desarrollo vital, se atribuye al hecho de que las emociones tienen una función evolutiva adaptativa para la supervivencia como especie. Por ejemplo, el miedo se trata de una experiencia de amenaza y

apela a la defensa, cualquiera sea la edad de la persona. De manera similar, la tristeza evoca a un sentimiento de pérdida independientemente de la edad, provocando un enlentecimiento de la respuesta motora, y una expresión facial particular (la boca arqueada hacia abajo y las cejas oblicuas).

Penn Emotion Recognition Task

Una medida de reconocimiento de la emoción. A los participantes se les muestra una serie de 40 caras, una a la vez, y se les pide que determinen qué emoción muestra la cara en cada prueba. Hay 6 opciones de respuesta: feliz, triste, enojado, asustado, miedo y asco. Este test ha sido usado para identificar personas las cuales sufren de esquizofrenia o en temas relacionados al autismo. Los participantes responden a cada prueba haciendo clic en la palabra que describe la emoción que cada cara expresa utilizando el mouse. En el análisis se encuentran 4 rostros femeninos para cada emoción (4 x 5 = 20 y 4 rostros masculinos para cada emoción (4 x 5 = 20. La versión para niños (k-ER40 usa los mismos estímulos que la versión para adultos, pero algunos de los estímulos emocionales se simplifican: Anger => Angry, Fear => Scared, No Emotion => No Feeling. Hay dos formas de la versión de los niños: k-er40-a y k-er40-b (Barbato et al., 2015).

Expresiones Faciales

Características de las expresiones faciales

Las expresiones faciales permiten la comunicación, adecuación y regulación de las emociones dentro del contexto social (Gordillo et al., 2013).

Al momento de realizar una expresión facial los músculos de la cara se agrupan en torno a la boca, nariz, estas partes de la cara se contraen o se extienden. En el caso de los ojos sucede

lo mismo para que los ojos se puedan abrir o cerrar. Estos cambios en las expresiones faciales ayudan a reflejar ciertos tipos de expresiones o emociones como: la alegría, la tristeza, el enojo, la sorpresa, el miedo, el asco, etc. Tomando en cuenta las 6 emociones básicas los rasgos que las definen son los siguientes (Sarrió, 2015).

Tabla 2

Características de las emociones

Emoción	Características
Alegría	Esta expresión se produce mediante la contracción del músculo cigomático, este musculo es el que se encuentra a partir del pómulos hacia el labio superior e interviene el orbicular que envuelve al ojo. Además, la emoción de la alegría muestra la elevación de las mejillas.
Tristeza	Se manifiesta al momento de que los párpados superiores y las cejas forman un ángulo hacia direccionado hacia arriba. El ceño sufre una ligera arruga y los labios se estiran.
Ira	Esta expresión se produce con los siguientes rasgos se muestra una mirada fija, las cejas pueden juntarse y permanecer hacia abajo y se da una tendencia a apretar los dientes.
Miedo	Los rasgos que se presentan en esta expresión y se produce con una ligera contracción del músculo que arruga la nariz y los ojos se estrechan. En algunos casos el gesto de arrugar la nariz se produce de forma similar a la elevación del labio superior.
Sorpresa	Esta expresión se releja cuando los párpados superiores suben, pero los inferiores no se encuentran tensos. La mandíbula suele caer en esta expresión.
Asco	En la expresión los párpados superiores se encuentran elevados totalmente y los parpados inferiores se encuentran rígidos. Las cejas levantadas se juntan y los labios se prolongan hacia atrás.

Nota. Esta tabla indica las definiciones de las seis emociones principales.

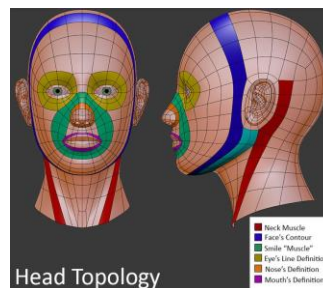
Topología del rostro

La topología es una disciplina la cual se encarga de estudiar los objetos y sus propiedades geométricas. En el diseño de recursos en 3D la topología del rostro involucra los caras, vértices y aristas (Iñiguez, 2019).

Al realizar un modelo 3D basándose en un rostro humano, es importante la topología, dado que de esta forma los modificadores, deformación, texturas y otras funciones poseerán mejores resultados. Es importante la utilización de cuads y el uso de Edge Loops los cuales se encargan de cuadrar con las curvas naturales del objeto a modelar (Figura 2).

Figura 2

Topología del rostro



Nota. Imagen que muestra la topología del rostro. Imagen obtenida de Blender, 2014, (pag 2).

Servicios REST

Conceptos

Representational State Transfer (Transferencia de representación de estado) trata de una arquitectura de software, esta arquitectura usa el protocolo HTTP la cual le permite la transferencia de información (Tomas, 2014).

REST es usado para la creación de servicios web, estos servicios reciben el nombre de “Servicios RESTFull”, los cuales se encuentran asociados a la información, permitiendo la gestión de la información (Cruz, 2018). Las características más puntuales de este tipo de servicios son las siguientes:

- Gestión de la información: listar, crear, actualizar y borrar la información
- Es preciso usar una URL y un método HTTP para accederlas a la gestión de la información.
- Lsa información que retornan es en formato JSON.
- Retornan códigos de respuesta HTML, por ejemplo 200, 201, 404, etc.
- Usa HTTP para construir sus interfaces, tiene las siguientes funciones definidas, HTTP GET, HTTP POST, HTTP PUT, HTTP DELETE

Ventajas

- Permite al usuario separar del servidor
- Es independiente de la plataforma que se esté usando para desarrollar un aplicativo o el sistema operativo, el servicio REST funcionara.
- Se puede realizar una API publica a la cual se pueda acceder.
- Existe a posibilidad de escalar.
- Mensajes simples se pueden codificar en las URL.
- Los servicios y los proveedores de servicios deben ser recursos, mientras que los consumidores pueden ser un recurso.

Herramientas Tecnológicas usadas

Power Designer

Power Designer es una herramienta de modelado la cual es producida por Sybase. Esta herramienta cuenta con varias utilidades dentro del manejo de metadatos y modelado de

objetos. Esta se encarga de arquitecturas de datos, información o arquitectura empresarial (Sybase, 2020). Es una herramienta nativa la cual es compatible con Microsoft Windows (SAP, 2019).

Las características que soporta esta herramienta son (PowerDesigner, 2020)

- Modelización de datos: soporta modelos de datos conceptuales, lógicos y físicos.
- Modelización De Aplicación: mediante el uso de UML (Lenguaje Unificado De Modelado) y el mapeo relación al de objeto avanzado para una gestión de implementación persistente.
- Modelización del proceso de negocio
- Modelos de arquitectura de empresa
- Los modelos PowerDesigner se integran completamente
- PowerDesigner ofrece técnicas de modelización específicas para individuos específicos
- Repositorio enterprise
- Soporte de todas las principales plataformas de desarrollo

iClone

iClone es un software de desarrollo 3D en tiempo real más rápido de la industria. Este software pertenece a la compañía de desarrollo Reallusion.

Entre las funcionalidades que presenta para el desarrollo de contenido en 3D se encuentra:

- Animación de personajes

- Diseño de escenas
- Narración cinematográfica

Este software ayuda a producir fácilmente animaciones profesionales para películas, animación, videojuegos, desarrollo de contenido, educación y arte (Reallusion, 2020). El software se implementa la topología del rostro en la creación de sus objetos.

Spring Boot

Dentro de la definición mencionada por (Perry, 2019) "Spring Boot es una infraestructura ligera que elimina la mayor parte del trabajo de configurar las aplicaciones basadas en Spring". Spring Boot facilita la creación de aplicaciones independientes basadas en Spring de grado de producción que puede "simplemente ejecutar" (Spring, 2020).

Construcción de web service REST

La creación de servicios web RESTFull mediante Spring Boot son fáciles de crear y de consumir en un sitio. El servicio REST adopta los preceptos de la web, incluida su arquitectura, beneficios y todo lo demás. Esto no es sorprendente dado que su autor, Roy Fielding, estuvo involucrado en probablemente una docena de especificaciones que rigen cómo funciona la web (Spring.org, 2019).

Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server es un sistema de gestión de base de datos relación es (RDBMS), el cual se encuentra diseñado para ejecutarse en el entorno corporativo. Microsoft SQL Server tiene como lenguaje T-SQL (Transact-SQL), el cual es una extensión de programación Sybase y Microsoft (Rouse, 2017).

Microsoft SQL Server incorpora características innovadoras de seguridad y cumplimiento, posee alta disponibilidad para cargas de trabajo y un avanzado análisis, lo cual ofrece una alta compatibilidad con big data (Microsoft, 2020).

El sistema de gestión de base de datos SQL Server permite la instalación en plataformas como son:

- Windows
- Linux
- Contenedores (Dockers)

A su vez tiene compatibilidad con Microsoft Azure en la cual permite aprovechar la alta disponibilidad, la inteligencia y seguridad integrada en la nube de Azure (Microsoft, 2020).

Unity

Unity fue creada por la empresa Unity Technologies la cual se puede decir que es una herramienta de desarrollo de videojuegos (Erosa, 2019).

El motor de desarrollo Unity es usado para la creación de juegos y contenidos interactivos en 3D (Luttecke, 2018).

Unity es un motor de desarrollo que contiene varias características y es flexible, esto ayuda en el desarrollo de videojuegos. Posee características multiplataforma que permiten realizar desarrollos de aplicaciones las cuales pueden funcionar en varios sistemas operativos. Unity a su vez de disponer herramientas para el desarrollo en 3D posee herramientas para el desarrollo en 2D (Monteillard, 2019).

Entre los lenguajes de programación que soporta el motor de desarrollo se tiene:

- .Net
- C#
- IL2CPP

En el desarrollo de aplicaciones para HoloLens Unity hace uso de .NET integrado con el lenguaje C#. Este tipo de lenguaje está quedando obsoleto por lo cual en la actualidad se está haciendo uso de IL2CPP.

IL2CPP

IL2CPP (lenguaje intermedio a C ++), el cual es un backend de secuencias de comandos desarrollado por Unity. Este lenguaje puede usar como alternativa a Mono al crear proyectos para varias plataformas. Al construir un proyecto usando IL2CPP, Unity convierte el código IL de los scripts y ensambla a C ++, antes de crear un archivo binario nativo (.exe, apk, .xap,) (Unity Technologies, 2018). Entre las características más populares de IL2CPP incluyen el aumentar el rendimiento, la compatibilidad y la seguridad en los proyectos desarrollados.

LWRP

LWRP (Lightweight Render Pipeline) es una forma de procesamiento programable preconstruido creada por Unity. Esta tecnología ofrece gráficos escalables para plataformas móviles, y también puede usarla para consolas y PC de gama alta. Se permite realizar un renderizado rápido con una alta calidad sin necesidad de tecnología de sombreado de cómputo. La forma de procesamiento de LWRP utiliza iluminación y materiales simplificados (Unity Technologies, 2016).

El procesamiento LWRP es compatible con las siguientes plataformas:

- Windows y UWP

- Mac y iOS
- Android
- Xbox One
- Playstation 4
- Nintendo Switch
- Todas las plataformas de realidad virtual actuales, incluida HoloLens

Características de Unity

- Ofrece varias funcionalidades para el desarrollo de videojuegos o modelos 3D.
- Permite realizar la colaboración con otras personas en el mismo proyecto.
- soporta la exportación a una cantidad enorme de plataformas (Erosa, 2019).
- Para el desarrollo en HoloLens se permite el uso de UWP
- Existe una tienda en la cual se puede hacer uso sus assets
- Dispone de SDK de extensión hacen que tu aplicación destaque en dispositivos especializados.

Visual Studio

Visual Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado, este entorno es compatible en los diferentes sistemas operativos del mercado Windows, Linux y MacOS, el cual permite crear, editar, compilar y depurar código fuente (Microsoft, 2019b).

Visual Studio permite con sus frameworks trabajar en varios lenguajes de programación como son: C++, C#, Visual Basic, .NET, entre otros. (Microsoft, 2019b).

Permite el desarrollo y compilación de trabajos realizados en Unity, para lo cual es necesario instalar el complemento de Unity. Los proyectos que se encuentran desarrollados en .NET se configuran con sus archivos en C#. Los proyectos construidos mediante IL2CPP se configuran en Unity como AssemblyCSharp, en ambos se permite la edición y compilación de los proyectos.

La versión usada en el proyecto para la compilación del proyecto de Unity es Visual Studio 2019 (16.2 or higher), así lo solicita Microsoft (HoloLens, 2018).

Windows 10 SDK

El SDK de Windows 10 (10.0.18362.0) para Windows 10, versión 1903, proporciona los últimos encabezados, bibliotecas, metadatos y herramientas para crear aplicaciones de Windows 10 (Microsoft Developer, 2020).

Es necesaria la instalación del SDK de Windows para la Construcción de aplicaciones de realidad aumentada usando las gafas HoloLens.

En el caso de usar la nueva generación de HoloLens es necesario que se instale conjunto a la versión de Visual Studio 2019 a partir de su versión 16.2 o posteriores.

Microsoft Azure

Según (Tecon, 2018) en su definición menciona que “Microsoft Azure es una nube pública que permite compilar, implementar y administrar aplicaciones de forma rápida en una red global de centros de datos (Data Centers)”.

La nube DevOps es una metodología de desarrollo software que facilita varios servicios entre los cuales se incluye los de computación, analítica, almacenamiento y redes (Rouse, 2018).

Microsoft Azure es una plataforma de nube abierta y flexible que permite desarrollar aplicaciones y servicios web con rapidez, aprovechando una gran galería de máquinas virtuales preparadas para su uso (Seidor, 2017).

Se permite extender las limitaciones de sus sistemas en disco y prestaciones de procesador o red, proporcionar novedosos servicios como Business Intelligence y Big Data, BBDD relación al, Medía Services, SQL SERVER, Backup, soluciones Linux, etc.

Características de Microsoft Azure

- Disponibilidad: permite compilar y ejecutar aplicaciones de alta disponibilidad sin importar la infraestructura (Seidor, 2017).
- Código Abierto: permite utilizar cualquier lenguaje, marco o herramienta para crear aplicaciones, las características y los servicios se exponen utilizando servicios REST (Seidor, 2017).
- Servidores ilimitados: permite escalar aplicaciones a cualquier tamaño con gran facilidad (Seidor, 2017).
- Gran Capacidad: proporciona una plataforma en la nube flexible que puede satisfacer los requisitos de cualquier aplicación.

Azure DevOps

(Ruiz, 2017) menciona que la definición de DevOps “es una metodología de desarrollo software basada en la integración entre desarrolladores y administradores de sistemas”.

(Azure, 2019) menciona que “DevOps permite que los roles que antes estaban aislados (desarrollo, operaciones de TI, ingeniería de la calidad y seguridad”.

DevOps es uno de los términos con mayor frecuencia en el entorno de IT. Este termino se asocia a estrategias de transformación digital, y a metodologías como Continuous Delivery o desarrollo ágil (Ruiz, 2017)

(Sanchez, 2019)mención que “DevOps se ha conformado en el contexto de las metodologías ágiles, facilita la necesidad experimentada por el sector tecnológico de dar una respuesta más rápida a la implementación y operación de aplicaciones”.

DevOps influye en el ciclo de vida de las aplicaciones a lo largo de las fases de planeamiento, desarrollo, entrega y uso. Cada fase depende de las demás y las fases no son específicas de un rol. En una auténtica cultura de DevOps, todos los roles están implicados de algún modo en todas las fases (Azure, 2019).

Metodología

Para realizar el desarrollo del proyecto y en la obtención del prototipo se va utilizar una metodología que guie cada una de las fases para la obtención del prototipo de realidad aumentada.

Es por eso que se ha planteado el uso de una metodología de investigación propia en la cual consiste de 4 pasos, en los que se detalla herramientas para la realización de la investigación.

Análisis

Se hará uso de un análisis básico de literatura que consiste en un diseño de investigación observacional y retrospectivo, en la cual se tendrá los resultados de múltiples investigaciones primarias. Identifica los estudios relevantes para responder preguntas específicas planteadas en el tema que se investiga (Beltrán, 2000).

El método de investigación seleccionado fue basado en el proceso del mapeo sistemático, el cual permite realizar un análisis estructurado de un tema de interés, detectando condiciones comunes y puntos no tratados acerca del tema; así mismo da las pautas para hacer reproducible el estudio en revisiones sistemáticas futuras que permita expandir el área de investigación con el descubrimiento de nuevos estudios (BA & Charters, 2007).

Diseño del modelo

Para la realización del modelo de realidad aumentada se plantea usar la metodología de desarrollo de aplicativos móviles la cual es OOHDM.

OOHDM (Object Oriented Hypermedia Design Method) es una metodología aplicada a diseño de aplicaciones hipertexto. OOHDM no propone un modelo enriquecido para el dominio de la aplicación, por lo que deja libre al diseñador para elegir el modelo de especificación del dominio. Sin embargo, el modelo hipertexto está definido en dos niveles de abstracción: las clases navegacionales y los contextos navegacionales (Schwabe & Rossi, 1998).

OOHDM propone el desarrollo de aplicaciones hipertexto mediante un proceso de 4 etapas (Güell et al., 2000).

- Diseño conceptual
- Diseño navegacional
- Diseño de interfaces abstractas
- Implementación

Desarrollo del modelo

Para el desarrollo del modelo aumentado se hará uso de las etapas que se indican en la metodología OOHDm, teniendo en cuenta las buenas prácticas en el desarrollo de aplicativos móviles.

En la implementación del proyecto se hará uso de DevOps la cual se encargará de la creación de tareas y resolución de problemas que se encuentren a lo largo del desarrollo del proyecto. Puesto que DevOps se basa en la metodología ágil Scrum aplicada en el Teniendo en cuenta las características esenciales que Microsoft presenta para la construcción de realidad aumentada.

Validación de datos

Para realizar la validación del entorno comparando las dos áreas educativas antes mencionadas se hará uso de un análisis correlación al, en el cual podemos analizar el incremento o disminución comprando ambas carreras según los resultados que se obtengan luego de la aplicación al entorno aumentado.

Se hará uso del test Penn Emotion Recognition Task (ER-40) el cual consiste en una prueba de reconocimiento de emociones faciales en la que se muestra a los participantes 40 caras y se determinan las emociones expresadas. Con el cual podemos tener el porcentaje correcto en las tareas de Reconocimiento de emociones de Penn (ER-40) y Diferenciación de emociones de Penn (EMODIFF).

Capítulo III

Desarrollo

Problema

La capacidad para el reconocimiento de emociones es una herramienta universal, con la cual permiten que las personas puedan socializar. Dentro del reconocimiento de emociones, se encuentran involucradas las expresiones faciales al momento de expresar una emoción básica, lo cual puede generar problemas en la interacción social efectiva (Sachs et al., 2012).

El problema del reconocimiento de emociones en algunas personas, afecta la interacción con otras personas dentro de su círculo social o consigo mismo, puesto que la forma en la que la persona reconocen el estado emocional de otro determina una gran parte de su éxito social, lo que resulta relevante para su funcionamiento en la comunidad (Santiso & Arsuaga, 2018).

Dentro del proceso de reconocimiento de emociones interviene directamente la expresión facial, la cual permite la comunicación, adecuación y regulación de emociones dentro de un contexto social (Gordillo et al., 2013).

La imposibilidad de reconocer emociones en algunos casos puede desencadenar en que la persona baje su autoestima y puede adoptar autoconceptos ambiguos, que pueden ir acompañados de estados emocionales de superioridad o bien de ideas excesivamente negativas centradas en el desconocimiento de sus capacidades, así como problemas para tomar decisiones (Sánchez Pardíñez, 2015).

Análisis de viabilidad

Análisis de Factibilidad Técnica

Dentro del análisis de factibilidad técnica, se realizó de la siguiente manera. En el caso del desarrollo del proyecto del proyecto, se cuenta con un computador portátil. La cual cuenta con las características necesarias para el procesamiento de altos recursos gráficos los cuales serán necesarios para la creación del prototipo del test dentro del dispositivo HoloLens y en este caso de aplicativos orientados a la realidad aumentada.

Para la aplicación del test y la validación de las pruebas realizadas, se va a realizar mediante el dispositivo de realidad mixta HoloLens, el presente dispositivo es propiedad de la tutora del proyecto.

Análisis de Factibilidad Operativa

El proyecto de investigación será llevado a cabo por un estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática con el apoyo de la tutora Ing. Graciela Guerrero MSC. Perteneciente al Departamento de Ciencias de la Computación (DECC) de la Universidad de las

Fuerzas Armadas ESPE, quien aportara con sus conocimientos y experticia permitiendo que el proyecto se cumpla a cabalidad.

Análisis de Factibilidad Económica

Para realizar el proyecto se presentan los diferentes recursos en los cuales se ha tratado de realizar una estimación de los costos, estos se muestran en la Tabla

3. Los costos de servicios basicos como Electricidad e Internet parcialmente serían cubiertos por la universidad y por el estudiante, autor de este proyecto.

Tabla

3

Detalles de valores estimados para el desarrollo

Tipo de recurso	Descripción	Aporte tesista	Aporte de la institución
Hardware	Laptop MSI GV	1130.00	
	EPSON L210 Impresora	225.00	
	Dispositivos de Realidad Mixta HoloLens		3500.00
Software	Visual Studio 2019		0.00
	Unity (Versión Personal)		0.00
	Spring Framework		0.00
	IClone 7 (Licencia Estudiantil)	150.00	0.00
	3DXChange 7 (Licencia Estudiantil)	190.00	0.00
	Microsoft SQLServer 2016		0.00
Humano	Tesista	2000.00	0.00
	Experto		6000.00
Materiales	Ofimática	120.00	
Servicios	Servicio de Internet	120.00	
Básicos	Consumo de Luz	100.00	
	Consumo de Agua	80.00	
Otros	Alimentación	220.00	
Gastos	Transporte	220.00	
Valor Total		4555.00	9500.00

Nota. En la siguiente tabla se muestra de forma detallada la factibilidad económica para la realización del proyecto.

Dentro de lo mencionado se puede decir que el proyecto tiene viabilidad técnica, operativa y económica, ya que se cuenta con todos los recursos antes mencionados para realizar el desarrollo.

Especificación de requerimientos

Dentro de la fase de análisis se encuentra la etapa de especificación de requerimientos en la cual se establecerán los métodos y objetivos que permitirán realizar el desarrollo del prototipo.

Alcance del prototipo

El prototipo del proyecto en su funcionamiento debe permitir mostrar la ejecución de un escenario de realidad aumentada en la cual se presenten avatares con diferentes expresiones faciales, estas expresiones deben basarse en las seis emociones básicas.

El prototipo genera un Test en el cual al acertar o no acertar en la emoción presentada se guardan los datos en la base de datos diseñada para poder realizar el análisis correlacional de los datos que el usuario presente. En el análisis se tomarán en cuenta todos los datos y se presentara resultados según los aciertos y errores obtenidos.

El prototipo no es un sistema multiusuario por lo cual se permite un solo participante a la vez, este análisis se realiza mediante el uso de las gafas de realidad mixta HoloLens.

El usuario tiene una interfaz de información en la cual se explica de que es el test que va a realizar. Se presenta la opción continuar y se procede con la realización del Test.

En este test el usuario encontrara las opciones de las emociones básicas las cuales son: Alegría, Asco, Ira, Miedo, Sorpresa, Tristeza.

Se ha creado una Base de Datos en el gestor SQL Server 2016 la cual almacena los nombres de los participantes, el tipo de carrera a la cual pertenecen ya sea una Carrera Técnica o una Carrera Administrativa, los porcentajes por emoción que realizaron en el Test.

Los usuarios podrán observar los datos del Test en una página web la cual se ha desarrollado en el Front end de React js. Estos datos son calculados de acuerdo a los aciertos y errores luego de la realización del Test. Se muestra un diagrama de barras en el cual se encuentran las 6 emociones sus porcentajes y el grafico indica la sumatoria de los aciertos que obtuvo el usuario.

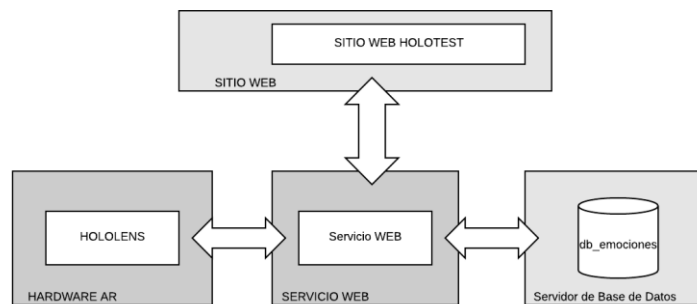
Perspectiva del prototipo

El prototipo de realidad aumentada ha procedido a denominarse HoloEmotion. Dentro del desarrollo del prototipo se hizo uso de técnicas de modelamiento 3D. Este prototipo en su funcionamiento tendrá la integración de dos partes la aplicación y el sitio web para el procesamiento de datos. El sitio web que se creó en su código consume los servicios creados en Spring Framework, este servicio web permitirá realizar la comunicación de la aplicación con la base de datos permitiendo procesar la información al realizar el TEST.

La aplicación necesitara comunicarse mediante internet a los servicios web, cuando la petición sea receptada por el servidor los datos se almacenarán acompañadas de un ID único de usuario el cual almacenara los datos respectivos del TEST.

Figura 3

Diagrama de bloques del prototipo



Nota. Se muestra el diagrama de bloques que se maneja en la investigación.

La computadora en la que se desarrolla los personajes en 3D y en la que se desarrollara el prototipo tiene como recursos gráficos una tarjeta de video NVIDIA GeForce GTX 1050TI, esto debido a que los requerimientos para realizar los personajes en Hardware son altos.

Diseño del prototipo

Aplicando la metodología propuesta en el alcance se dividirá en las cuatro etapas el desarrollo del prototipo.

- Diseño conceptual
- Diseño navegacional
- Diseño de interfaces abstractas
- Implementación

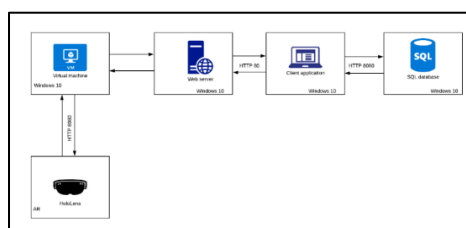
Arquitectura del prototipo

Para el desarrollo del prototipo se usará una arquitectura orientada a servicios (Figura 4). Se tiene un servidor en la nube computacional de Microsoft Azure la cual contiene la base de

datos que está alojada en el gestor de base de datos SQL Server 2016. El servidor consta del sistema operativo Windows 10 v1803. Los datos procesados se muestran en un sitio web el cual está desarrollado en React js, los puertos que se utiliza para la comunicación con la base de datos es el puerto 8080. El puerto para la comunicación con el sitio web es el puerto 80.

Figura 4

Definición de la arquitectura de HoloEmotion



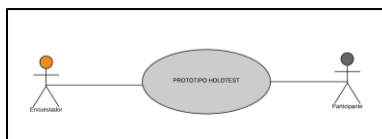
Nota. En esta imagen se visualiza la arquitectura utilizada que maneja el prototipo.

Diagramas de casos de uso

El prototipo a desarrollar contará con 2 tipos de usuarios que actúan de forma distinta, estos usuarios pueden ser el participante del test, administrador.

Figura 5

Diagrama casos de uso nivel 0.

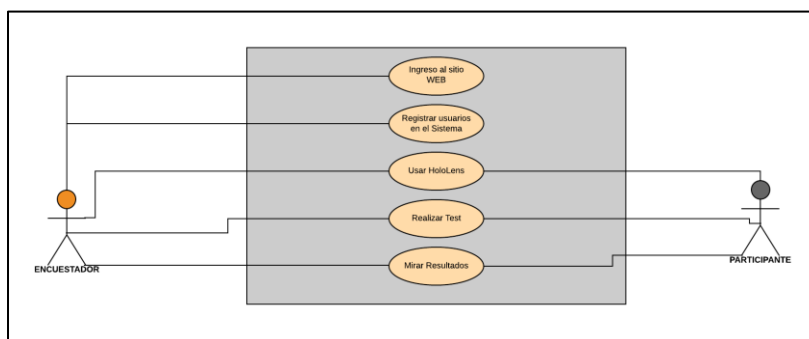


Nota. En esta imagen se visualiza el primer diagrama de uso del prototipo.

Las funciones que se puede tener en el prototipo son las siguientes y se aprecian en el diagrama de casos de uso nivel 1 el cual se muestra de manera general las funciones que los actores pueden realizar, esto se especifica en la Figura 6.

Figura 6

Diagrama nivel 1 de casos de uso del prototipo HoloEmotion

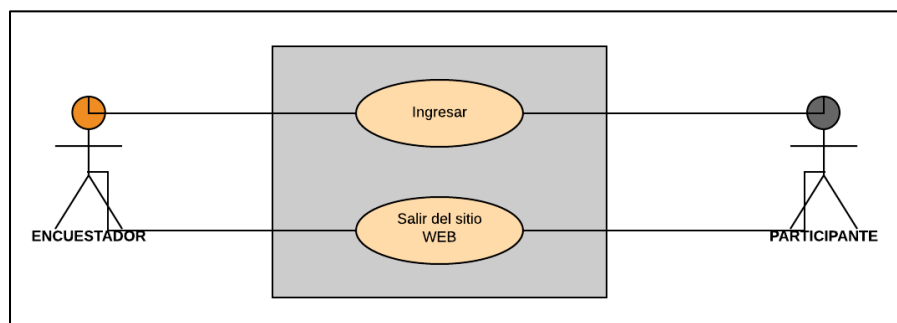


Nota. En esta imagen se muestra el diagrama de uso de las principales opciones del prototipo.

Se realizó los diagramas de nivel 2 del prototipo para especificar de forma más detallada cada uno de los casos de uso. Los casos de uso se detallan en las funciones principales que se puede hacer en el prototipo.

Figura 7

Diagrama nivel 2 de casos de uso sobre Ingreso al sitio Web.



Nota. En esta imagen se detalla el caso de uso Ingresar al sitio Web.

Tabla 4.

Descripción del caso de uso Ingresar al sitio Web

CU-01	Ingresar al Test	
Actores	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El sitio web permitirá al usuario acceder al sistema al presentar sus credenciales	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El sitio web muestra la pantalla de Login y solicita las credenciales del encuestador (Usuario y Contraseña) para poder ingresar al sitio WEB.
	2	El actor proporciona los datos solicitados y da clic en el botón "Ingresar".
	3	El sitio web verifica los datos mediante el web service.
	6	El sitio web muestra la pantalla de inicio correspondiente.
Postcondición	El usuario ha ingresado de manera satisfactoria al sitio web.	
Excepciones	Paso	Acción
	3	Si no es posible conectar con el servicio. El sistema no muestra la pantalla de inicio. El caso de uso termina.
	4	Si uno de los campos se encuentra vacíos. El sistema no muestra la pantalla de inicio
	5	Si los campos usuario y contraseña no son correctos. El sistema no muestra la pantalla de inicio. El caso de uso termina.
Observaciones	El número de máximo de intentos no existe	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso ingreso al Test.

Tabla 5

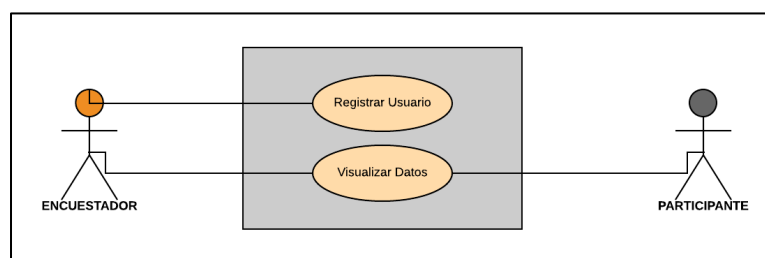
Descripción de casos de uso Salir del sitio WEB

CU-02	Salir del sitio WEB	
Actores	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El sitio web realizará el siguiente proceso cuando un usuario quiera salir al sitio WEB.	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El usuario se dirige a la parte derecha del sitio web.
	2	El usuario presiona sobre su imagen de usuario.
	3	El sitio web despliega una ventana emergente.
Condiciones funcionamiento	4	El sitio web muestra el nombre del usuario y la opción Cerrar sesión.
	5	El usuario presiona la opción cerrar sesión.
	6	El sitio web sale de la pantalla y muestra la pantalla Login.
Postcondición	El usuario ha cerrado sesión de manera satisfactoria al sistema.	
Observaciones	No existe excepciones al momento de cerrar sesión.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Salir del sitio WEB.

Figura 8

Diagrama nivel 2 de casos de uso sobre Ingreso al sitio Web.



Nota. En esta imagen se visualiza el detalle del caso de uso Ingreso al sitio Web

Tabla 6

Descripción de casos de uso para Registrar al Usuario en el sitio web

CU-03		Registrar Usuario
Actor	Encuestador	
Descripción	El sitio web deberá realizar lo siguiente cuando un usuario quiere registrar los datos.	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El sitio web mostrará un menú desplegable en el cual se mostrará la opción PERSONAS.
	2	El usuario presionará y el sistema mostrará las opciones mostrar Personas y Nueva Persona.
	3	El usuario presionara sobre la opción “Nueva Persona”.
	4	El sitio web indicara la pantalla Datos de Persona. Se solicitará Datos personales (Nombre, Apellido, Edad) y Datos Académicos (Tipo de Carrera y Carrera)
	5	El usuario deberá presionar en la opción “Guardar”
	6	El sitio web guardara los datos en la base de datos de la máquina virtual de Azure.
Postcondición	El usuario ha ingresado de manera satisfactoria los datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	<p>Cuando no se puede conectar con los servicios.</p> <p>El sistema no mostrará los datos de las personas.</p> <p>El caso de uso termina.</p>
	2	<p>Cuando los campos se encuentran vacíos.</p> <p>El sistema muestra un mensaje de error de los datos.</p>
	3	<p>Cuando los campos obligatorios no son llenados.</p> <p>El sistema mostrará un mensaje que indica que uno de los datos ingresados no es correcto.</p> <p>El caso de uso termina.</p>
Observaciones	En caso de no registrar los datos no se guardarán en la base de Datos.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso para Registrar al Usuario en el sitio web.

Tabla 7

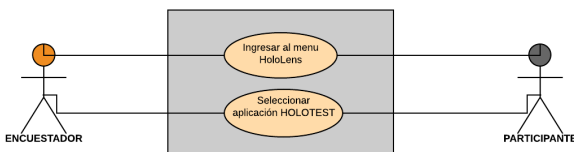
Descripción de caso de uso para Visualizar Usuarios en el sitio web.

CU-04	Visualizar Usuario	
Actor	Encuestador	
Descripción	El sitio web funcionará de la siguiente manera	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El sistema mostrará un menú desplegable en el cual se mostrará la opción PERSONAS.
	2	El usuario presionará y el sistema mostrará las opciones mostrar Personas y Nueva Persona.
	3	El usuario presionara sobre la opción “Mostrar Persona”.
	4	El sistema mostrará en forma de lista los datos de la persona a partir de ID, Nombre, Apellido, Edad, Carrera.
	5	El usuario podrá buscar a las personas por Nombre o Apellido
	6	El sistema Mostrará los datos de los usuarios que se encuentren registrados en la base de datos de la máquina virtual de Azure.
Postcondición	El usuario visualizara de manera satisfactoria los datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Cuando no es posible conectar con los servicios. El sistema no mostrará los datos de las personas, se muestra mensaje de error.
	2	En caso de no existir datos por los dos tipos de búsqueda E.1 El sistema no muestra datos relacionados. E.3 El caso de uso termina.
Observaciones	En caso de no existir datos no se visualizan en el sitio WEB.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso para Visualizar Usuarios en el sitio web.

Figura 9

Diagrama de casos de uso nivel 2 Usar HoloLens



Nota. En esta imagen se detalla el caso de uso Usar HoloLens

Tabla 8

Describe el caso de uso Ingresar al Menú HoloLens

CU-05	Ingresar al Menú HoloLens	
Actor	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El sitio web se comportar de la siguiente manera cuando un usuario quiere ingresar al sistema.	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	Al conectarse mediante los HoloLens el sistema mostrará el menú de aplicaciones.
	2	El usuario se conectará a internet
	3	El usuario presionara en ALL APS
	4	El sistema mostrará todas las aplicaciones disponibles.
Postcondición	El usuario podrá visualizar todas las aplicaciones.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no es posible conectar a internet. El sistema no funciona con una red local. El sistema muestra un mensaje de error de la conexión.
Observaciones	En caso de no existir conexión los datos obtenidos no se registrarán en la base.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Ingresar al Menú HoloLens

Tabla 9

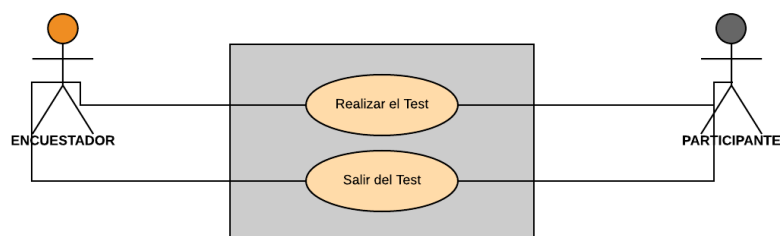
Describe el caso de uso Seleccionar aplicación HoloEmotion

CU-06	Seleccionar Aplicación HoloEmotion	
Actor	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El aplicativo funcionará de la siguiente manera	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El sistema HoloLens mostrará en ALL APS la aplicación HoloEmotion.
	2	El usuario presionará y el sistema mostrará el menú del aplicativo
Postcondición	El usuario visualizara de manera satisfactoria la aplicación.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no es posible conectar con los servicios. El sistema no almacenara los datos de las personas.
Observaciones	En caso de no existir conexión no se registran os datos del Test.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Seleccionar aplicación HoloEmotion.

Figura 10

Diagrama de casos de uso nivel 2 de Realizar Test



Nota. En esta imagen se detalla el caso de uso Realizar Test, el diagrama que se presenta es el diagrama de nivel 1, las opciones se detallan a continuación.

Tabla 10

Describe el caso de uso Realizar Test

CU-07	Realizar el Test	
Actor	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El aplicativo funcionará de la siguiente manera cuando un usuario realice el Test.	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El aplicativo mostrará la pantalla de inicio de HoloEmotion.
	2	El aplicativo mostrará información de cómo realizar el TEST
	3	El usuario presionara en continuar.
	4	El aplicativo mostrará 40 personajes en 3D con diferentes emociones
	5	El aplicativo mostrará 6 opciones de respuesta
	6	El usuario selecciona las opciones que considere correctas
	7	EL aplicativo envía los datos del usuario hacia la base de datos
	8	EL aplicativo mostrará pantalla de fin de Test
Postcondición	Podrá seleccionar las opciones que considere, no se repetirá las personas.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no es posible conectar a internet.
	E.1	El sistema no se conectará a una red local.
Observaciones	En caso de no existir conexión los datos no se registrarán en la base de datos.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Realizar Test.

Tabla 11

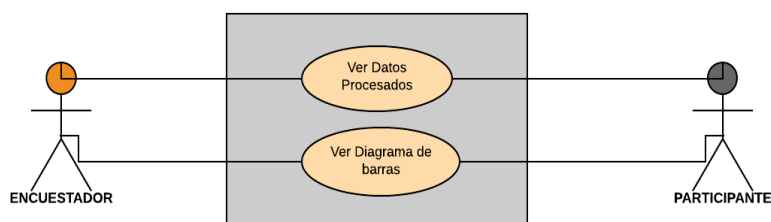
Describe el caso de uso Salir del Test

CU-08	Salir del Test	
Actor	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El aplicativo funcionará de esta manera cuando un usuario quiere finalizar el Test.	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	Al completar las 40 pantallas que se le presentan al usuario el sistema muestra la opción salir del Test
	2	El aplicativo muestra la opción reiniciar en Test
	3	El usuario presionara en la opción Salir o Reiniciar
	4	El aplicativo saldrá o reiniciará el test
Postcondición	El usuario podrá salir del Test o reiniciar el test	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Cuando no es posible conectar a internet, El sistema no se conectará a una red local.
Observación	En caso de no existir conexión los datos obtenidos no se registrarán en la base.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Salir del Test

Figura 11

Diagrama nivel 2 de casos de uso de Mostrar Resultados



Nota. En esta imagen se detalla el caso de uso de Mostrar Resultados, el diagrama que se muestra es de nivel 1 en el que se detalla las opciones que se tiene

Tabla 12

Descripción del caso de uso Ver Datos Procesados

CU-09	Ver datos procesados	
Actor	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El aplicativo funcionará de la siguiente manera cuando un usuario quiera visualizar los resultados de las encuestas	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El usuario ingresa a la dirección "http://104.214.76.219/QEmoción/#/Person"
	2	El usuario selecciona la opción mostrar personas
	3	El usuario busca al participante
	4	El aplicativo selecciona al participante
	5	El aplicativo muestra la opción con icono mas
	7	El aplicativo muestra los test realizados por el usuario
Postcondición	El usuario podrá visualizar todos los test que ha realizado.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Cuando no es posible conectar a internet. El sistema no cargara el sitio web.
	El caso de uso termina.	
Observaciones	En caso de no existir conexión los datos obtenidos no se mostrarán en el sitio web.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Ver Datos Procesados.

Tabla 13

Descripción del caso de uso Ver diagrama de Barras

CU-10	Ver diagrama de barras	
Actor	Encuestador, Encuestado	
Descripción	El aplicativo funcionará de la siguiente manera cuando un usuario quiere ver sus resultados.	
Condiciones funcionamiento	Paso	Acción
	1	El aplicativo muestra todos los Test realizados.
	2	El aplicativo muestra un icono identificado como ver
	3	El usuario presionara en el icono
	4	El aplicativo mostrará el diagrama de barras con las etiquetas y porcentajes.
	5	El aplicativo mostrará las opciones regresar para visualizar más test.
	6	El usuario selecciona en la opción regresar y puede visualizar más test.

CU-10	Ver diagrama de barras	
Postcondición	El usuario podrá visualizar todas las aplicaciones.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Cuando no es posible conectar a internet. El sistema no cargará el sitio web
		El caso de uso termina.
Observaciones	En caso de no existir conexión los datos obtenidos no se mostrará el sitio web.	

Nota. En esta tabla se muestra el detalle del caso de uso Ver diagrama de Barras.

Diseño de la base de datos

Se realizó el diseño de la base de datos luego de haber realizado el análisis de casos de uso, para su creación se usó la herramienta PowerDesigner en la versión 16.5, con la herramienta se procedió a crear el diagrama conceptual, seguido del diagrama lógico y seguido del diagrama físico. Teniendo esos tres diagramas se procedió con la creación del script de la base de datos relacional, la cual funciona en el gestor de base de datos Microsoft SQL server 2016.

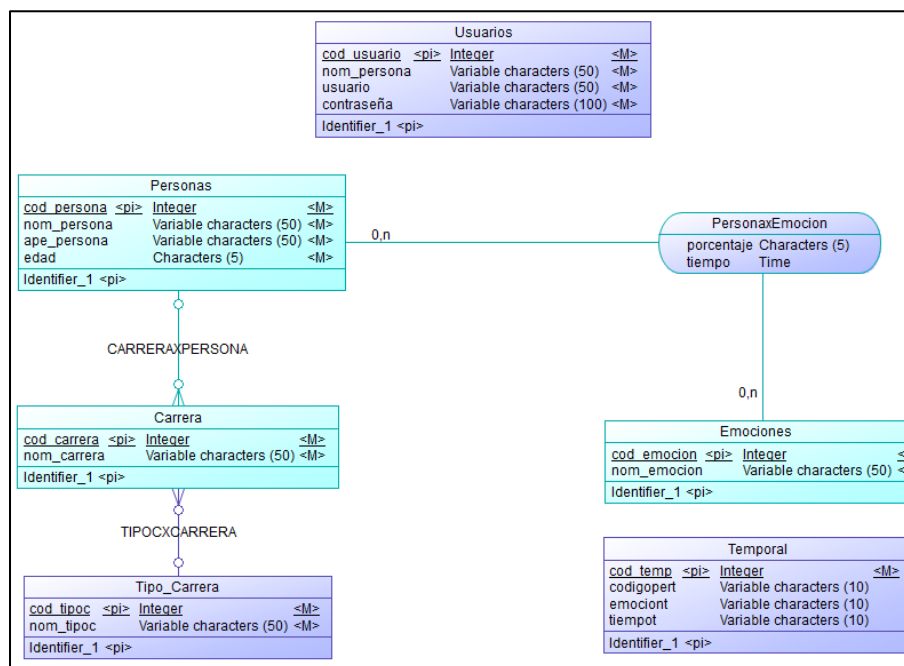
En los modelos se consideró 7 tablas que tienen la siguiente estructura:

- Acceso al sitio WEB: Es indispensable ya que permitirá el acceso al sitio web para registrar datos de usuario y visualizar los resultados.
 - Usuario: Esta tabla se usará para realizar el inicio en el sitio web, para registrar datos y visualizar datos.
- Datos de emociones: Es necesario ya que se tomará estos datos para mostrar los resultados en el sitio WEB y se tomará los datos en otras tablas.
 - Emociones: Almacena todos los datos de las emociones.

- Datos del participante: es indispensable ya que se almacena todos los datos de las personas que van a realizar el test y se registrara sus resultados.
 - Personas: Almacena todos los datos de las personas
 - Tipo de Carrera: Almacena los datos de los tipos de carreras.
 - Carrera: Almacena los datos de las carreras que tienen las personas, existe relación con la tabla Tipo_carrera y Personas.
 - PersonaxEmoción: Almacena los resultados del test teniendo relación con las personas y las fechas que se realizó el Test.
 - Temporal: se encarga de realizar el procesamiento de los datos que se ingresaron al realizar el Test.

Figura 12

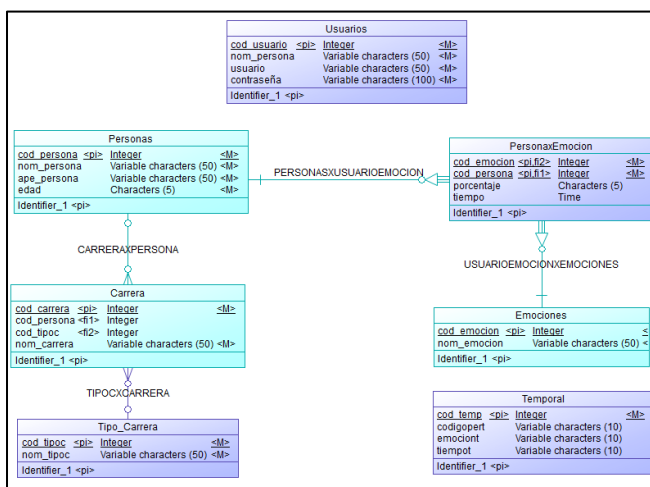
Diagrama modelo conceptual base de datos HoloEmotion



Nota. En esta imagen se muestra las tablas de la base de datos del prototipo.

Figura 13

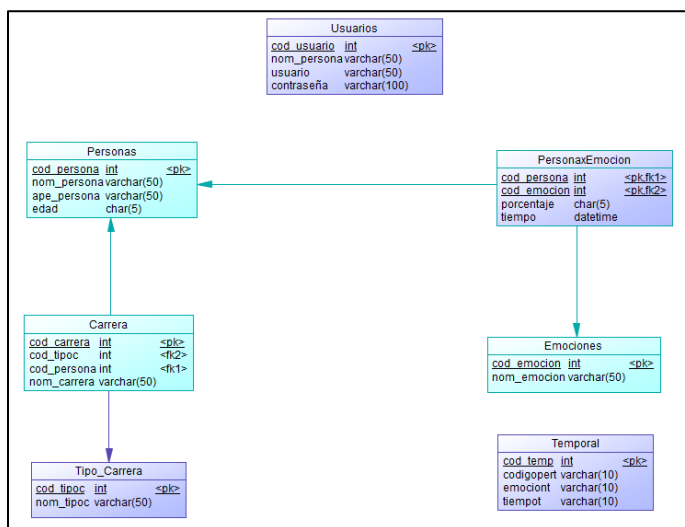
Diagrama modelo lógico base de datos HoloEmotion



Nota. En esta imagen se muestra las tablas del diagrama lógico de la base de datos.

Figura 14

Diagrama de base de datos modelo Lógico de la aplicación HoloEmotion



Nota. En esta imagen se muestra las tablas del diagrama físico de la base de datos

Diseño de interfaces de usuario

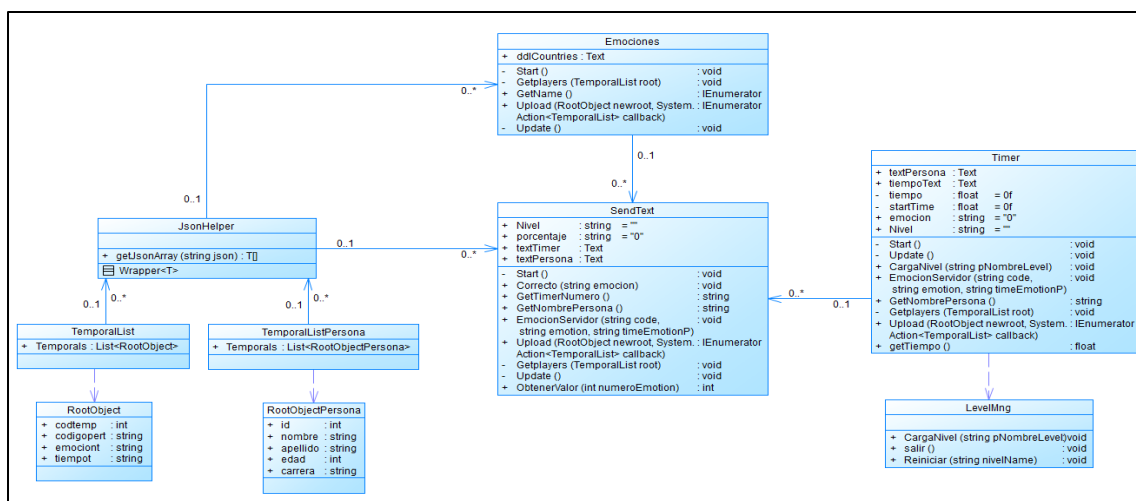
Para el diseño de interfaces de usuario se aplicará las cuatro etapas que dicta la metodología OOADM, en las cuales se describirá cada una de ellas. Así como se adjuntará las imágenes correspondientes a cada etapa. Para la creación del diseño conceptual se hará uso de la herramienta Power Designer. Para realizar la maquetación de los elementos se hará uso de la herramienta Adobe XD en su versión de prueba. Esto se realizará tanto para el aplicativo que funcionara en HoloLens y el sitio web que permite visualizar los datos procesados.

Diseño Conceptual

Se realizó el diseño conceptual de las clases que se usaran en el desarrollo del prototipo HoloEmotion el cual es desarrollado bajo el lenguaje de programación C#. Las clases que se ocupan para el desarrollo del prototipo son las siguientes Figura 15.

Figura 15

Diseño Conceptual HoloEmotion

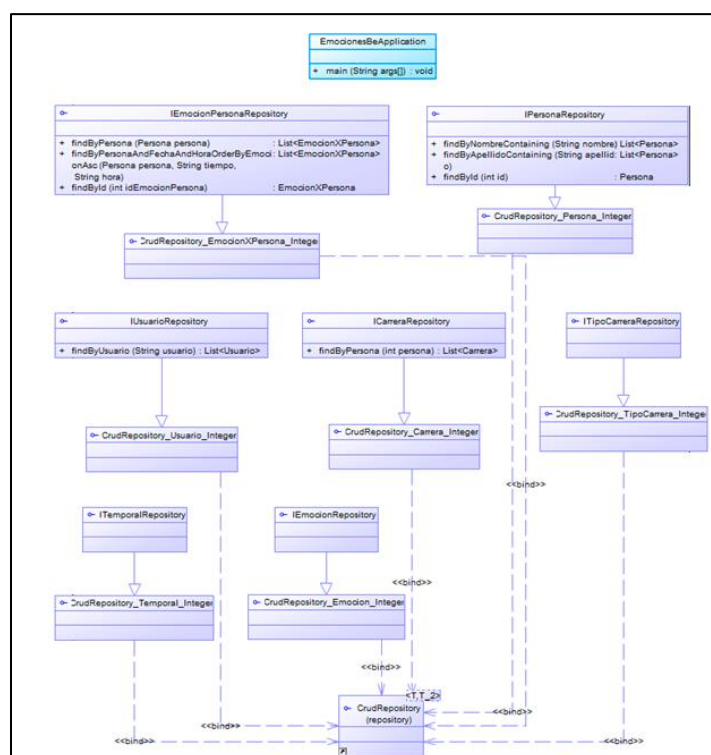


Nota. En esta imagen se detalla el modelo conceptual del prototipo. Se detalla el diagrama de clases usado, estas clases se usaron para poder tomar los datos del Test.

Para el desarrollo del aplicativo Web se realizó el diseño conceptual del aplicativo el cual cuenta de las siguientes clases.

Figura 16

Diagrama de Clases para el sitio Web HoloEmotion



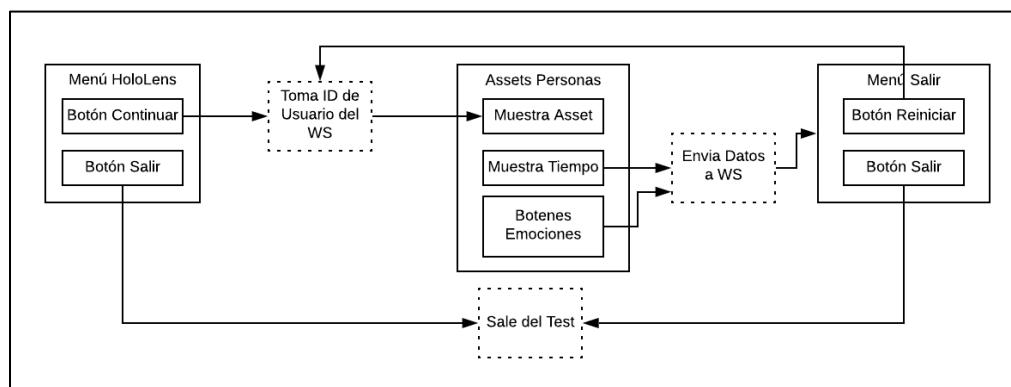
Nota. En esta imagen se visualiza la continuación del diagrama de clases.

Diseño Navegacional

Para la realización del diagrama Navegacional se usará la herramienta LucidChart, la cual se usó para detallar el diseño navegacional de la aplicación. El diseño navegacional del prototipo es el siguiente, en el que se detalla todas las partes que tendrá el prototipo.

Figura 17

Diseño navegacional prototipo HoloEmotion

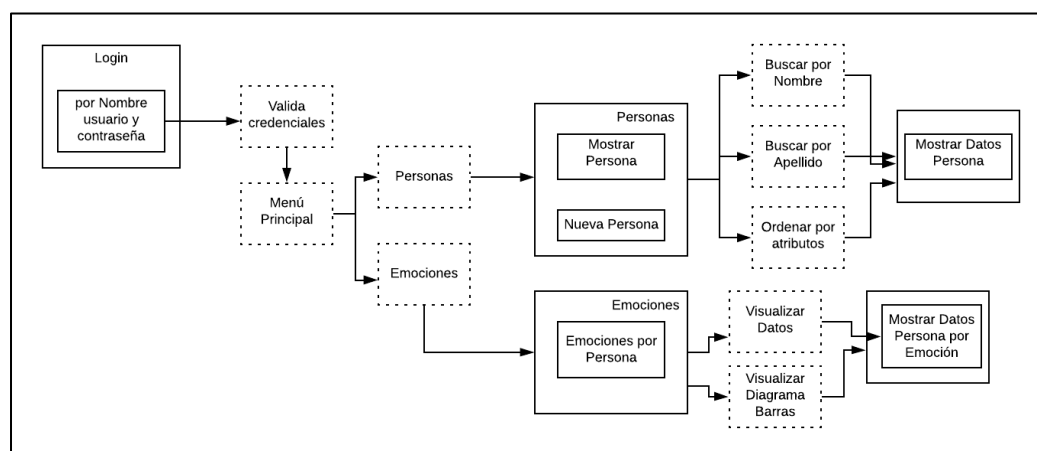


Nota. En esta imagen se detalla las opciones de navegación en el prototipo.

Para el sitio web se creó su diseño navegacional y tiene la siguiente estructura:

Figura 18

Diseño navegacional sitio WEB HoloEmotion



Nota. En esta imagen se detalla las opciones navegacionales del sitio web.

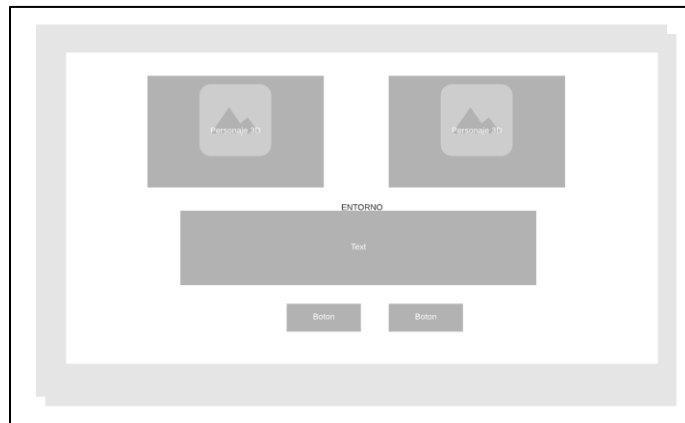
Diseño e Interfaces Abstractas

Para el diseño de las interfaces abstractas se ha usado el programa Lucidchart la cual permitirá crear las interfaces que tendrá el prototipo HoloEmotion y el sitio WEB que permitirá visualizar los datos del proceso de la información.

En el menú principal que se visualiza se va a observar una interfaz que contiene mensajes informativos y botones de inicio o fin del test Figura 19.

Figura 19

Interfaz Abstracta del menú inicio de HoloEmotion

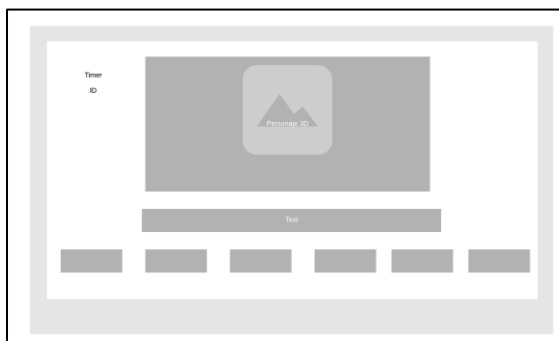


Nota. Esta imagen muestra en forma abstracta la primera pantalla que se mostrara en el prototipo.

Dentro del prototipo se visualizará la siguiente interfaz en la que se mostrará los personajes en 3D acompañados de 6 botones indicando las opciones de emociones básicas

Figura 20

Diseño de Interfaz abstracta que mostrará las pantallas del prototipo

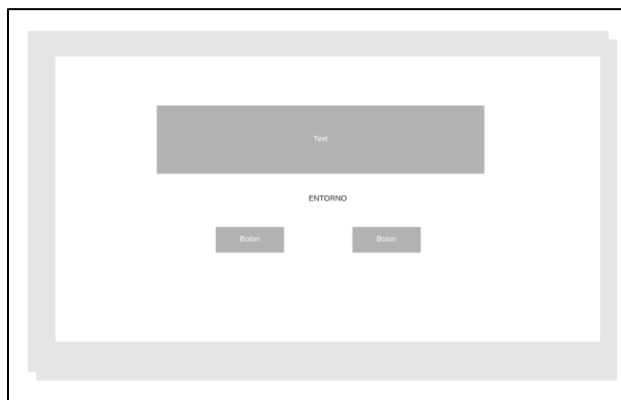


Nota. Esta imagen muestra en forma abstracta las opciones que se seleccionara en el test, cuando se encuentre dentro del prototipo.

El sitio web tendrá se visualizará de la siguiente forma como se indica en la Figura 21.

Figura 21

Menú Fin del prototipo

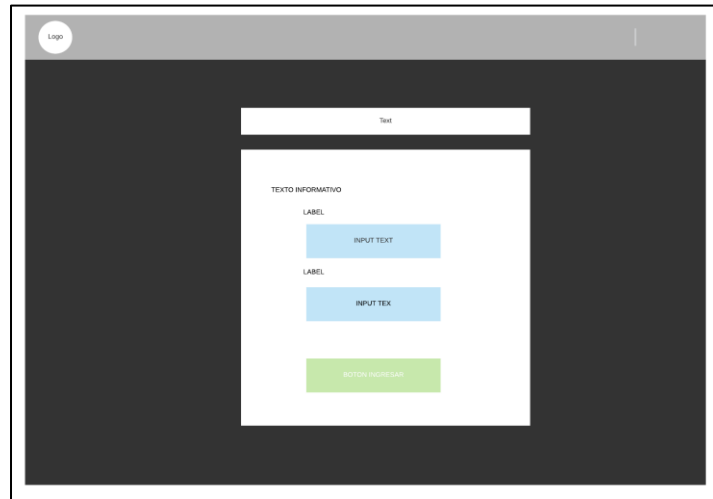


Nota. Esta imagen se encuentra de forma abstracta la pantalla de finalización del test.

En el aplicativo web se encontrará de la siguiente manera, el sitio web mostrará al iniciar una pantalla de login la cual se mira de la siguiente manera.

Figura 22

Interfaz abstracta que usa el sitio web menú Login

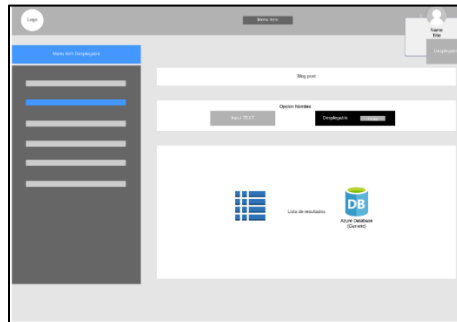


Nota. En esta imagen se muestra la interfaz abstracta que usara el sitio web en la pantalla de ingreso para el usuario que verifica los datos entregados del Test.

El sitio web tendrá en su funcionamiento la interfaz abstracta la cual muestra cómo será el funcionamiento del prototipo. Se tendrá varias aplicaciones en la cual se despliega un menú desplegable que muestra las dos opciones de Personas y Emociones. La cual detalla en su contenido la creación y la muestra de usuarios y sus datos procesados Figura 23.

Figura 23

Diseño de interfaz abstracta para el sitio WEB



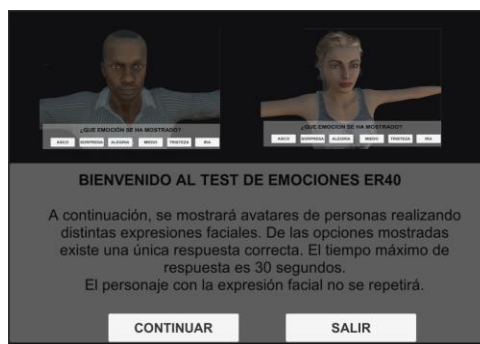
Nota. En esta imagen se muestra de forma abstracta la pantalla del sitio web, las opciones que tendría y los datos que se mostrarían de la base de datos.

Implementación del prototipo

Siguiendo la metodología de OOHDM la siguiente parte es la de implementación en la cual se desarrolló las interfaces abstractas, para el diseño de HoloEmotion se realizó la interfaz en Unity. El menú de inicio la aplicación tiene las siguientes características

Figura 24.**Figura 24**

Menú inicio prototipo HoloEmotion



Nota. En esta imagen se muestra la pantalla inicial del prototipo, esta imagen es tomada desde el dispositivo HoloLens.

El prototipo HoloEmotion muestra los assets los cuales cuenta con 40 personajes para realizar el test, se tiene el personaje 3D y se visualiza las opciones de las 6 emociones básicas, así como en la Figura 25.

Figura 25

Ejemplo de Assets en el prototipo HoloEmotion

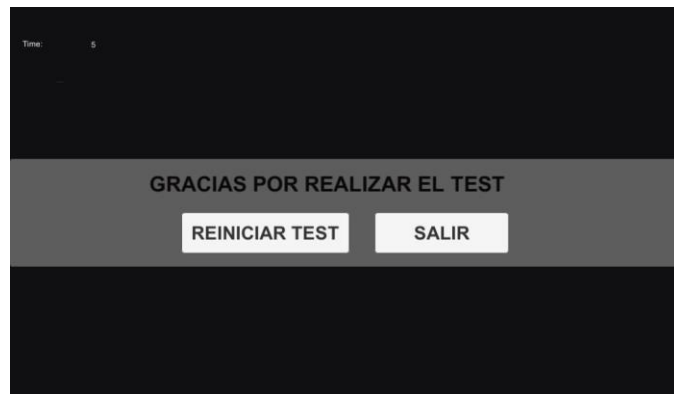


Nota. Esta imagen muestra los assets que se presentan el prototipo del test, se mostraran assets con seis emociones distintas.

El prototipo HoloEmotion muestra al finalizar el test muestra la interfaz en la cual se muestra el Menú de Fin del Test, este tiene una interfaz como la que se ve en la Figura 26.

Figura 26

Menú Fin del prototipo HoloEmotion

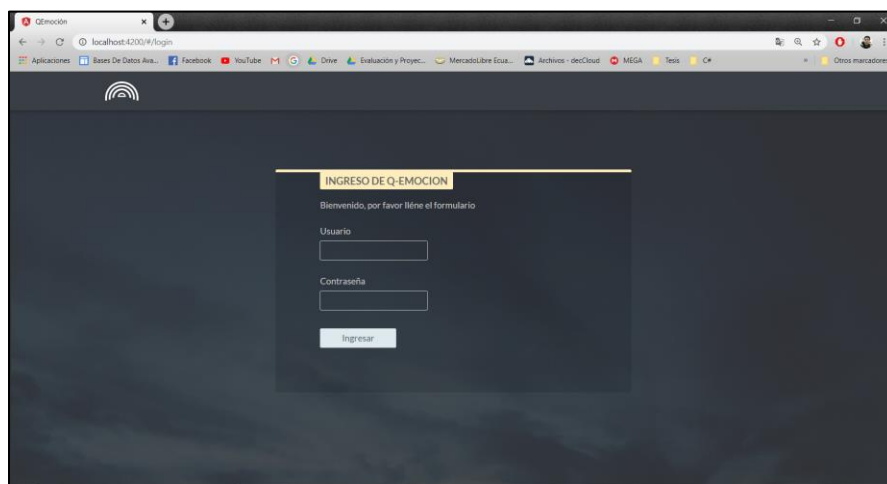


Nota. En esta imagen se visualiza la pantalla de finalización

El sitio web en su implementación tendrá una interfaz de acuerdo a lo que se propuso en los diseños anteriores, en esta se mostrará la pantalla de login y se puede observar en la Figura 27.

Figura 27

Login del sitio WEB

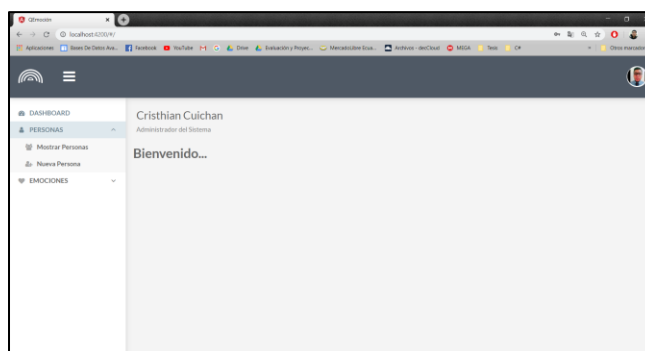


Nota. En esta imagen se muestra la pantalla de inicio al sitio Web.

El sitio web al validar las credenciales según los casos de uso que se plantearon mostrará una pantalla de inicio en el caso de ser las credenciales correctas Figura 28.

Figura 28

Pantalla principal del sitio WEB

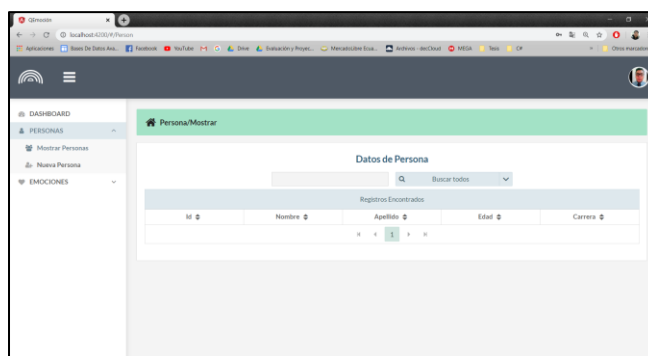


Nota. En esta pantalla se visualiza la pantalla principal del sitio web.

El sitio web realizara los procesos de mostrar y añadir datos de la base de datos creada, esta pantalla tiene la siguiente interfaz que se visualiza en la Figura 29.

Figura 29

Opciones del sitio WEB



Nota. En esta imagen se muestran las opciones que se tendrá dentro del sitio Web, opciones de personas y emociones, que permiten realizar la búsqueda de resultados.

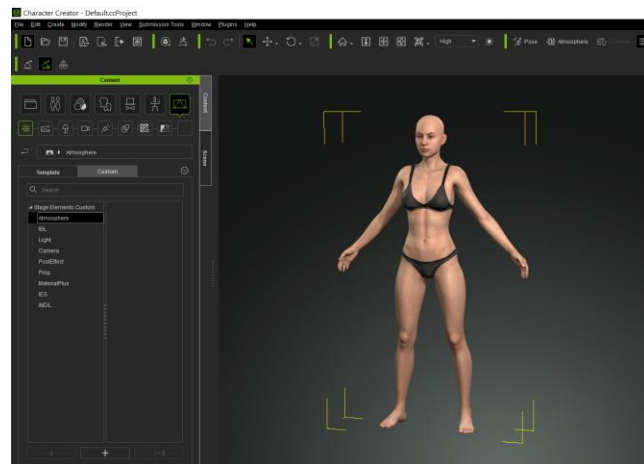
Diseño de avatares en 3D

El aplicativo hace uso de realidad aumentada y es fundamental introducirse dentro del campo de los escenarios objetos 3D. Es por ello que el entorno que se creará tendrá personajes en 3D, los cuales van a manejar gestos de acuerdo a la emoción que presenten, estos gestos se implementarán a partir de una topología la cual se utiliza en el software iClone 7. El software que permitió realizar los objetos en 3D se basa en una serie de programas adicionales, los cuales son Character Creator 7 que permite diseñar el personaje, iClone 7 que permite manejar la topología del rostro para formar expresiones y 3DXChange 7 que permite convertir el personaje en un objeto con extensión. fbx que es necesario para importarlo y usarlo en Unity 3D.

Se inició mediante el programa Character Creator de Reallusion, abriendo un proyecto nuevo y eligiendo el tipo de personaje sea femenino o masculino (Figura 30). En este programa se realizó la creación de los 8 personajes.

Figura 30

Nuevo proyecto en Character Creator 7

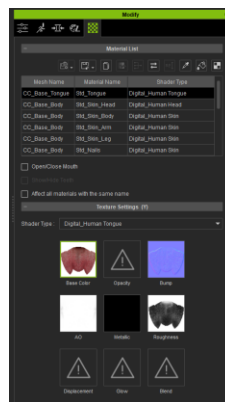


Nota. Esta imagen se muestra la pantalla principal de la aplicación Character Creator 7

Configuración de las texturas del personaje en la cual se debe realizar la personalización del avatar, cambiando el color de piel, ojos, modificando el rostro y en algunos casos modificando el sexo del personaje como se muestra en la

Figura 31

Modificar el personaje, Texturas

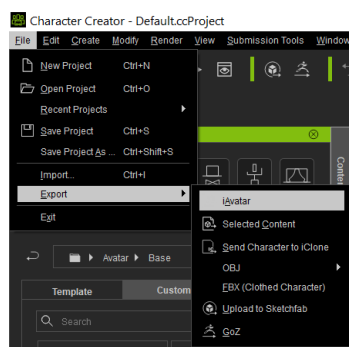


Nota. La imagen muestra las texturas que el programa iClone 7 permite modificar, se usó estas configuraciones para crear los assets de los personajes.

Una vez finalizada la modificación de los personajes se tiene un prototipo de personaje el cual tiene que ser exportado para poder usarlo en el programa iClone 7.

Figura 32

Formato de exportación del personaje



Nota. En esta imagen se muestra la exportación de los assets creados en iClone 7 al formato .fbx, este formato es necesario para poder utilizarlo en Unity.

Diseño del avatar en iClone 7

Para el diseño de las expresiones del personaje se usó el programa iClone 7 la cual permite manejar la topología de rostro, en este programa se realizó los gestos de los personajes. Se diseñó en esta aplicación la configuración de los gestos faciales de los 8 personajes, se creó las 6 emociones por cada personaje. Esto quiere decir que se creó un total de 48 personajes con diferentes expresiones faciales, la personalización de los personajes se realiza en la más adelante

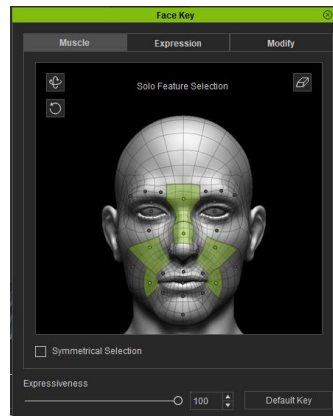
Figura 33

Configuración de las expresiones de los personajes



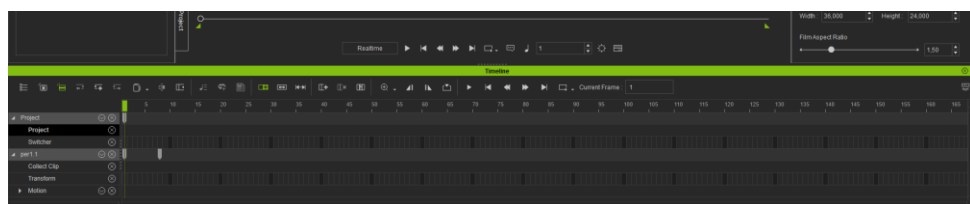
Nota. Esta imagen muestra el diseño de los assets, de acuerdo a las seis emociones

Se configura la topología del rostro de la siguiente forma, se muestra el rostro del personaje y se realiza la personalización de los personajes como se muestra en la Figura 34.

Figura 34*Topología del rostro*

Nota. Esta imagen muestra el uso de la topología del rostro para crear las emociones, se usa esta opción para cada personaje

Se puede grabar la expresión por personaje en la cual se permite un tiempo de 1800 ms. Las expresiones faciales se muestran en la configuración del personaje. Se permite a su vez guardar el entorno en el que el personaje se mostrará, dentro del programa se conoce como Timeline así se indica en la Figura 35.

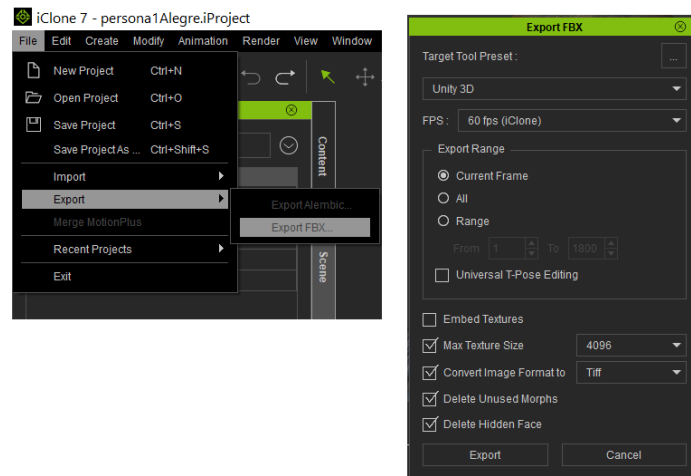
Figura 35*Timeline de la configuración del personaje*

Nota. Esta imagen muestra el tiempo que se presentara la animación de cada emoción.

Para realizar la exportación de los personajes para que tenga compatibilidad con el motor de videojuegos Unity es necesario que se exporte en formato .fbx, para lo cual se usa el plugin del programa 3DXChange 7 y la exportación se la realiza desde Unity Figura 36.

Figura 36

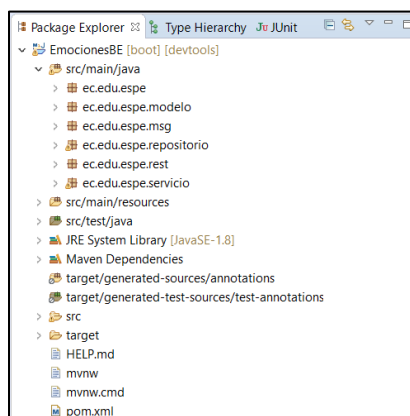
Formato de exportación de los personajes



Nota. Esta imagen muestra el proceso para exportar los personajes al formato .fbx

Desarrollo del servicio web

Para el desarrollo de los servicios web se usó Spring Boot el cual se encuentra en la máquina virtual. El servicio Web se basa en el lenguaje de programación java. El servicio tiene la configuración MVC, por lo cual se creó los diferentes repositorios Figura 37.

Figura 37*Componentes del Servicio Web*

Nota. Esta imagen muestra las carpetas que se usan para la creación del Servicio Web.

Las configuraciones para que el servicio web acceda a la información de la base de datos es la siguiente, a su vez se configura el puerto de comunicación sea el 8080, para la comunicación con la base, esto se realiza también para que se pueda consumir el servicio REST, las configuraciones se muestran en la Figura 38.

Figura 38*Configuraciones del servicio REST*

```
application.properties
1 server.port=8080
2 spring.datasource.url=jdbc:sqlserver://DESKTOP-UGR6I4B:1433;databaseName=db_emociones
3 spring.datasource.username=EMOADMIN
4 spring.datasource.password=emoPass
5 spring.datasource.driver-class-name=com.microsoft.sqlserver.jdbc.SQLServerDriver
6 spring.jpa.show-sql=true
7 spring.jpa.hibernate.ddl-auto=update
8
```

Nota. Esta imagen muestra la configuración para el servicio REST.

Creación del aplicativo HoloEmotion

Considerada finalizada el desarrollo de los elementos del aplicativo entre los cuales se encuentran la creación de los avatares y el modelado de las animaciones de las seis emociones que se van a usar en el test, se procedió a realizar la programación del backend del TEST. Esto se realizó mediante el IDE de desarrollo de Microsoft, Visual Studio 2019, puesto que Unity utiliza el lenguaje C# y IL2CPP. Se siguió una estructura en la cual se separa los atributos, funciones del sistema, funciones propias del Unity Figura 39. Se incluye el uso de las clases abstractas que se propuso en el diagrama conceptual.

Figura 39

Script Manejo del TEST

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.UI;
5  using UnityEngine.Networking;
6  using UnityEngine.SceneManagement;
7  public class SendText : MonoBehaviour
8  {
9      [Atributos]
10
11      [Funciones_Sistema]
12
13      #region Funciones
14      [EnvioDatos]
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269

```

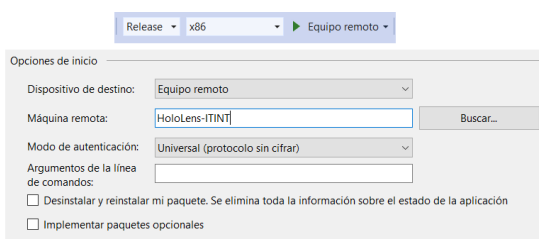
Nota. Esta imagen muestra el script que procesa los datos al realizar el Test.

Se generó un script el cual será usado por cada assets en el que se envían parámetros dependiendo del tipo de emoción que se vaya a presentar y está realizará las validaciones para luego enviarlas a la base de datos.

Para realizar la compilación dentro de las HoloLens es necesario que se tenga en cuenta la configuración establecida en el Visual Studio 2019. Se debe encontrar como equipo remoto y se debe colocar la dirección IP del dispositivo, así el compilador generará automáticamente el prototipo en el dispositivo.

Figura 40

Configuraciones generar prototipo

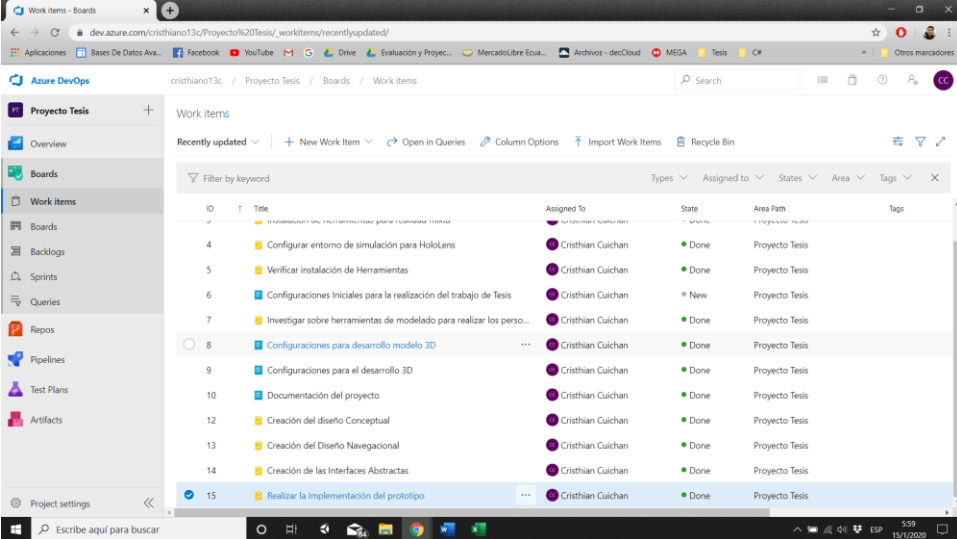


Nota. Esta imagen muestra las configuraciones para compilar el aplicativo y se pueda usar en el dispositivo HoloLens.

Todos estos scripts se compilan y se generan en el prototipo HoloEmotion el cual se instanciará en las gafas HoloLens luego de terminar el proceso de compilación remoto.

Uso de Azure DevOps

Como se especificó anteriormente se aplicó el uso de Azure DevOps el cual permitió controlar el ciclo de vida del Prototipo, se fueron creando las tareas las cuales eran necesarias para la culminación del prototipo, las tareas se basan en lograr conseguir el alcance propuesto y en las fases de la metodología OOHDm.

Figura 41*Ciclo de vida en Azure DevOps*

The screenshot displays the Azure DevOps Work Items interface for a project named 'Proyecto Tesis'. The interface includes a sidebar with navigation options like Overview, Boards, Work items, Backlogs, Sprints, Queries, Repos, Pipelines, Test Plans, and Artifacts. The main area shows a table of work items with columns for ID, Title, Assigned To, State, Area Path, and Tags. The work items are listed in descending order of update time, with item 15 being the most recent and highlighted in blue.

ID	Title	Assigned To	State	Area Path	Tags
4	Configurar entorno de simulación para HoloLens	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
5	Verificar instalación de Herramientas	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
6	Configuraciones Iniciales para la realización del trabajo de Tesis	Cristhian Cuichan	New	Proyecto Tesis	
7	Investigar sobre herramientas de modelado para realizar los perso...	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
8	Configuraciones para desarrollo modelo 3D	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
9	Configuraciones para el desarrollo 3D	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
10	Documentación del proyecto	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
12	Creación del diseño Conceptual	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
13	Creación del Diseño Navegacional	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
14	Creación de las Interfaces Abstractas	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	
15	Realizar la Implementación del prototipo	Cristhian Cuichan	Done	Proyecto Tesis	

Nota. Esta imagen muestra el ciclo de vida del proyecto, se crean todas las tareas requeridas dentro del aplicativo y permite controlar los tiempos por tarea.

Validación y pruebas

En la fase de pruebas, se realizó el proceso establecido y este proceso se detalla en el siguiente capítulo.

Capítulo IV

Pruebas y resultados

La aplicación de realidad aumentada desarrollada en el dispositivo HoloLens, cuyo objetivo es medir la reacción al reconocimiento de estados emocionales de personas en diferentes áreas educativas se ha evaluado en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, campus Sangolquí (Ecuador). En este capítulo se describe la evaluación de mencionada aplicación que busca Validar los resultados del análisis haciendo uso del entorno aumentado a los estudiantes de las carreras técnicas y administrativas mediante el uso de análisis correlativos de los resultados a través de Penn Emotion Recognition Task (ER-40).

Protocolo de validación

El protocolo de validación que fue diseñado para realizar la validación del proyecto. El protocolo de validación se realizó mediante la aplicación del Test a 44 estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Se aplicó dos escenarios en los cuales el primer escenario consta de estudiantes de Carreras Técnicas, en la que se realizó el test a 22 estudiantes de sexto semestre y cuarto semestre de la Carrera de Tecnologías de la Información (ITIN). El segundo escenario consta de estudiantes de carreras Administrativas, en la que se aplicó el test a 22 estudiantes de sexto semestre de la carrera de Finanzas y Auditoría y Comercio Exterior. Estas pruebas se realizaron bajo la autorización de las personas a evaluar.

Se usó el proceso de observación para evaluar el nivel de manejo de los usuarios del prototipo, el manejo se lo categorizo en 3 niveles:

1. El encuestado no realizó la actividad

2. El encuestado realizó la actividad con dificultad
3. EL encuestado realizó correctamente la actividad.

Definición de escenarios

Estudiantes carrera técnica sistemas

Se evaluó a los estudiantes de la carrera de sistemas, a los cuales se presentó el dispositivo HoloLens y se explicó lo que debían realizar dentro del entorno aumentado. Se mostró los gestos para la aceptación de la respuesta, a su vez se presentó el dispositivo Microsoft Clicker que posee las HoloLens.

Figura 42

Estudiante carrera técnica realizando el test



Nota. Esta imagen muestra a estudiantes de la carrera técnica de Tecnologías de la información realizando el Test HoloEmotion.

Aplicando el método de observación se evaluó el empleo del dispositivo y el movimiento de los ojos para navegar por el prototipo. Los resultados se calificaron sobre los niveles establecidos dentro del protocolo de validación.

Los resultados fueron favorables, pues el 100% de los estudiantes obtuvieron una calificación de la categoría Los encuestados realizaron el test sin dificultad. El proceso de selección de las emociones no fue difícil y no se presentó el problema del finding space.

Estudiantes carrera administrativa

Dentro de los estudiantes de las carreras administrativas, se evaluó a los 22 estudiantes de las carreras de Finanzas y Auditoría, Comercio exterior, a los participantes se les explicó acerca del dispositivo que iban a usar, el ambiente en el que se desarrolló el prototipo y lo que se mostrara al momento de usarlo. Se explicó el funcionamiento de los gestos que debían usar al momento de seleccionar una opción dentro del test, el marcador de tiempo para que se cambie de un assets a otro y las respectivas calificaciones al finalizar el prototipo, como parte de la explicación se tomó en cuenta el uso del Microsoft Clicker, para la selección rápida y más precisa de las opciones del test. En la Figura 43 se muestra algunos participantes de las carreras administrativas realizando el test, en este caso se puede observar los dos ambientes el uso de los gestos y el uso del Microsoft Clicker.

Figura 43

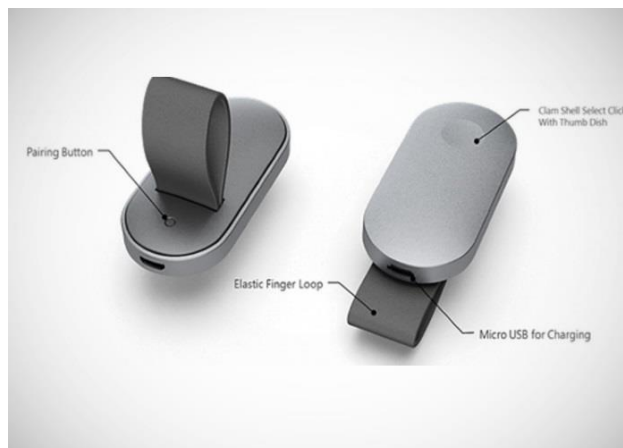
Estudiantes carrera administrativa realizando el Test



Nota. Esta imagen muestra estudiantes de carreras administrativas realizando el Test.

A su vez se explicó el funcionamiento del Windows Clicker (Yanes, 2018), de tal manera en caso de no poder usar los gestos se use mediante el dispositivo antes mencionado Figura 44.

Aplicando el modelo de observación se pudo evaluar el desempeño del usuario al manejar el dispositivo y al momento de seleccionar las opciones. En el proceso de evaluación se presentó problemas ya que los usuarios varias veces mediante los gestos desplegaban el menú de inicio y en ocasiones su mirada hacía que se perdiera el prototipo, por lo cual este se encargaba de mapear a su alrededor para poder desplegar nuevamente el prototipo.

Figura 44*Microsoft Clicker*

Nota. En esta imagen muestra el dispositivo Microsoft clicker.

Resultados

El total de participantes fue de 44 personas, los cuales fueron estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE de las carreras de Ingeniería en Sistemas, Ingeniería en Finanzas y Auditoría e Ingeniería en Comercio Exterior.

Análisis de resultados del test HoloEmotion basado en ER-40

Realizando el procesamiento de los datos obtenidos se han obtenido los siguientes resultados del reconocimiento de emociones.

Carreras técnicas

Mediante el procesamiento de datos se puede observar que los usuarios en la emoción que tienen mayor dificultad de reconocimiento es la emoción de la tristeza con un porcentaje del 75.88, lo acompaña la emoción de la ira, como es muestra en la Figura 45, lo cual indica que

no se pueden presentar problemas de interacción social debido a que el porcentaje no baja del 65%, lo cual indicaría un indicio de problemas en el reconocimiento de emociones.

Figura 45

Resultado análisis de reconocimiento de emociones carreras Técnicas



Notas. Esta imagen muestra los resultados de los análisis luego de aplicar los test a los estudiantes de las carreras técnicas.

Carreras administrativas

Mediante el procesamiento de datos se puede observar que los usuarios en la emoción que tienen mayor dificultad de reconocimiento es la emoción de la alegría y la ira con un porcentaje del 78% en ambas emociones, como se muestra en la Figura 46, lo cual indica que no se pueden presentar problemas de interacción social debido a que el porcentaje no baja del 65%, lo cual indicaría un indicio de problemas en el reconocimiento de emociones.

Figura 46

Análisis de reconocimiento de emociones carreras administrativas

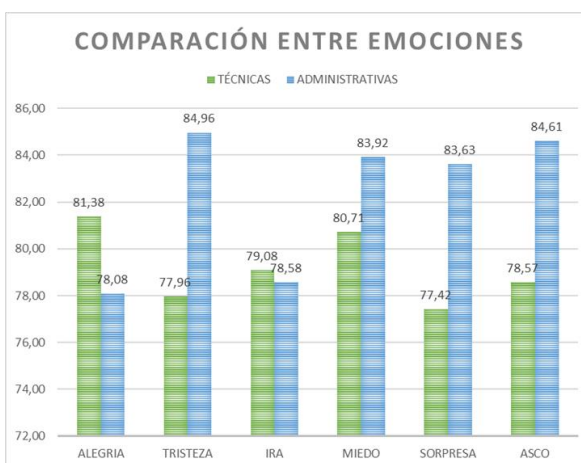


Notas. En esta imagen se muestra los resultados del análisis del test aplicado a estudiantes de carreras administrativas.

Comparación entre tipos de carreras

Figura 47

Comparación entre los resultados de ambas carreras



Nota. En esta imagen se muestra la comparación de los resultados de las carreras administrativas y técnicas

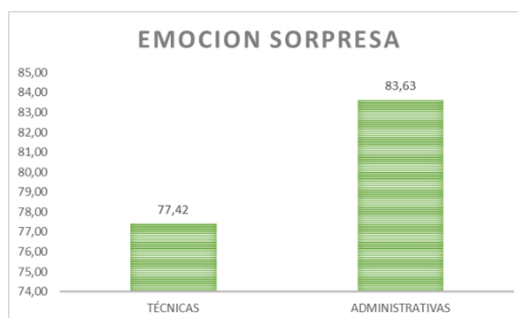
Como resultados de la comparación se evidencia que existe una diferencia en el reconocimiento de emociones, esto se presenta en una diferencia en las emociones de Alegría e Ira en la que los resultados de los participantes de carreras técnicas son mejores.

Dentro del análisis comparativo entre los resultados de la aplicación de los test, se pudo observar que la emoción en la que los estudiantes de carreras técnicas tienen mejor puntuación es la Alegría con un 83,83% a comparación de los estudiantes de carreras técnicas que tienen un 78.08% en la emoción de la alegría.

En la emoción que se presenta una mayor diferencia de las seis emociones básicas es la de la sorpresa, en la cual se tiene una diferencia de 9,21% entre los estudiantes de las carreras técnicas y carreras administrativas Figura 48. Este porcentaje refleja la más amplia diferencia presentada en el Test, acompañada a la emoción de la Sorpresa tenemos la emoción de la Tristeza con una diferencia de 7%. La emoción que más se acerca en las dos carreras es la emoción de la Ira la cual tiene un 1,5% de diferencia, siendo los estudiantes de carreras técnicas las personas con más aciertos al identificar la emoción.

Figura 48

Emoción con más diferencia



Nota. En esta imagen se muestra la emoción que muestra la mayor diferencia.

Los datos más bajos que se presentaron se encuentran en los estudiantes de tercer semestre de la carrera en Ingeniería en Tecnologías de la información. A comparación los datos más bajos presentados en las carreras Administrativas encuestadas se presentan en la carrera de Ingeniería en Finanzas y Auditoría en la cual se muestra un porcentaje bajo en el reconocimiento.

Se puede decir que el reconocimiento de las emociones es mejor debido a que los estudiantes de las carreras administrativas interactúan un poco más en su relación es interpersonales. A diferencia de los estudiantes de carreras técnicas. Otra de las conclusiones que se puede llegar a tomar como validación es que al momento de elegir las emociones los estudiantes de las carreras Técnicas visualizaban las texturas poco tiempo puesto que los tiempos de los resultados son bajos a comparación de las carreras administrativas en la que los tiempos de respuesta son más altos y en ocasiones se llega a determinar de mejor manera las emociones.

Análisis de resultados sobre la satisfacción del usuario

El análisis de los resultados se realizó mediante la aplicación de un cuestionario a los participantes, dentro de la encuesta los participantes tenían dos opciones de respuesta, las cuales son respuestas cerradas con las opciones de Si o No, este cuestionario fue aplicado a 22 estudiantes de carreras técnicas y 22 estudiantes de carreras administrativas. Estas preguntas se detallan en la Tabla 14, en esta tabla se encuentra indicando los porcentajes de las respuestas obtenidas. A su vez se realizó un análisis entre las respuestas de los estudiantes de las carreras Técnicas y Administrativas.

Tabla 14

Resultados de los cuestionarios aplicados en forma global

	Técnicas		Carreras Administrativas		Respuestas Totales		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Conocimiento previo	¿Conocía acerca de la realidad aumentada?	22	0	17	5	88,64 %	11,36 %
	¿Ha usado anteriormente una aplicación de realidad aumentada?	22	0	14	8	88,64 %	11,36 %
	¿Conocías el dispositivo Microsoft HoloLens?	16	6	0	22	79,55 %	20,45 %
	¿Te gustaría conocer más aplicaciones que funcionen en HoloLens?	22	0	22	0	100,0 %	0 %
	¿Le resultó fácil utilizar el prototipo HoloEmotion?	22	0	20	2	95,45 %	4,55 %
Usabilidad	¿Sintió algún tipo de complejidad al momento de seleccionar las emociones?	20	1	20	3	9,09 %	90,91 %
	Hizo uso del Microsoft Clicker	20	2	22	0	95,45 %	4,55 %
		Relajado	Frustrado	Relajado	Frustrado	Relajado	Frustrado
Al usar el sistema me sentí	22	0	22	0	100 %	0 %	

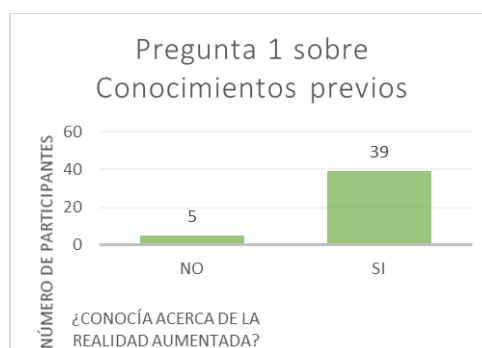
Nota. En la tabla muestran los resultados de las encuestas realizadas a los participantes del test.

En las preguntas correspondientes a los conocimientos previos se obtuvieron los siguientes resultados, se realizó una comparativa entre las respuestas de las personas encuestadas basándose en la carrera. A la pregunta uno se indican los resultados que se

muestran en la Figura 49. En la que se puede apreciar que la mayoría de las personas encuestadas conocen acerca de la Realidad Aumentada. En la comparación de respuestas (Figura 50) se puede apreciar que todos los estudiantes de las carreras técnicas conocían acerca de la realidad aumentada a diferencia de los estudiantes encuestados de carreras administrativas las cuales 5 no conocían acerca de la realidad aumentada.

Figura 49

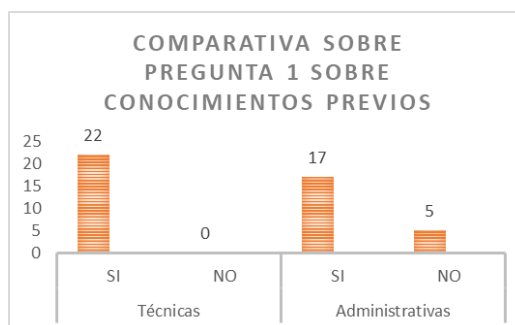
Gráfica sobre la pregunta ¿Conocía acerca de la realidad aumentada?



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la primera pregunta de la encuesta realizada.

Figura 50

Detalle de los resultados a la pregunta 1 de conocimientos previos.

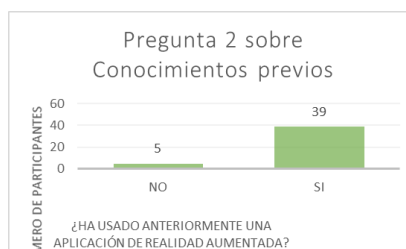


Nota. Esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes.

En la segunda pregunta sobre el conocimiento previo se obtienen los siguientes resultados que se muestran en la . En la cual se visualiza que la mayoría de personas han usado aplicaciones de realidad aumentada, en esta pregunta se visualiza que las respuestas de los encuestados de la pregunta anterior son igual a las respuestas en esta pregunta. En la comparación de las respuestas de los estudiantes de las dos carreras se visualiza que son iguales a las respuestas de la pregunta anterior.

Figura 51

Comparativa de los resultados a la pregunta 2 de conocimientos previos



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la segunda pregunta de la encuesta realizada.

Figura 52

Detalle de los resultados a la pregunta 2 de conocimientos previos.

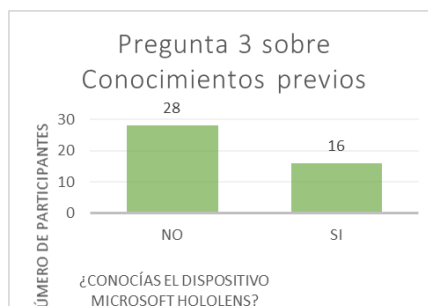


Nota. Esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes.

En la tercera pregunta acerca de los conocimientos previos se visualiza en la Figura 52 los resultados los cuales indican que más de la mitad de los encuestados no conocían acerca de las HoloLens Figura 53. En la comparativa de las respuestas se puede apreciar que todos los estudiantes encuestados de las carreras Administrativas no conocían el dispositivo HoloLens, a diferencia de los estudiantes de carreras técnicas los cuales 6 indicaron que no lo conocían.

Figura 53

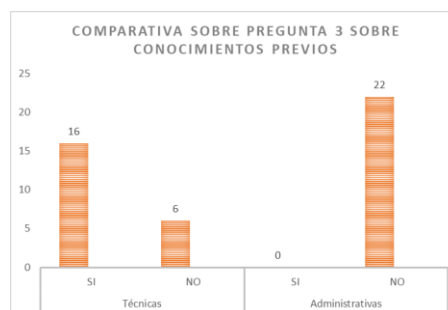
Gráfica sobre la pregunta ¿Conocías el dispositivo Microsoft HoloLens.



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la tercera pregunta de la encuesta realizada.

Figura 54

Detalle de los resultados a la pregunta 3 de conocimientos previos

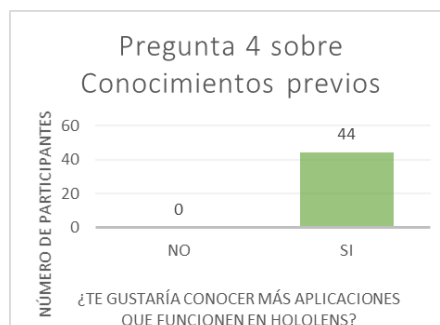


Nota. Esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes..

En la pregunta número cuatro sobre los conocimientos previos se tienen los resultados los cuales se muestran en la Figura 55. En la cual se tienen datos positivos, todos los participantes quieren conocer más aplicaciones aplicadas en HoloLens. En la comparativa de los resultados de los encuestados de ambas carreras se obtuvo un 100% a la respuesta, eso indica que estarían gustosos a conocer más aplicaciones que funcionen en el dispositivo.

Figura 55

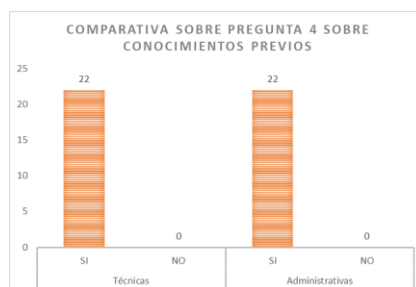
Resultados a la pregunta 4 de conocimientos previos



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la cuarta pregunta de la encuesta realizada.

Figura 56

Detalle de resultados de la pregunta 4 sobre conocimientos previos

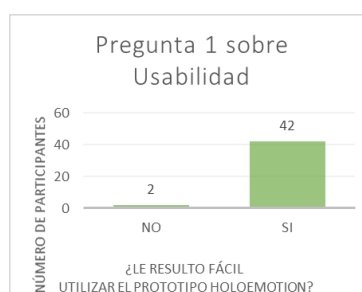


Nota. Esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes.

En las preguntas acerca de la Usabilidad se tienen los siguientes resultados al igual que en la parte anterior se realizó el análisis comparativo de las respuestas de los estudiantes basándose en la carrera, de la primera pregunta en la Figura 57. La cual se muestra que la mayoría de los usuarios se les hizo fácil usar el dispositivo HoloLens. Como comparativa de las respuestas de los encuestados de las carreras se puede visualizar que a 2 encuestados pertenecientes a las carreras administrativas le resultó difícil de manejar el prototipo.

Figura 57

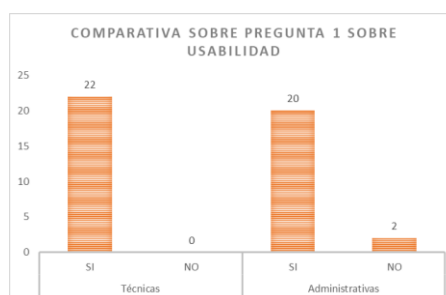
Resultados de la pregunta 1 de usabilidad



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la primera pregunta de usabilidad de la encuesta realizada.

Figura 58

Detalle de resultados sobre la pregunta 1 de usabilidad

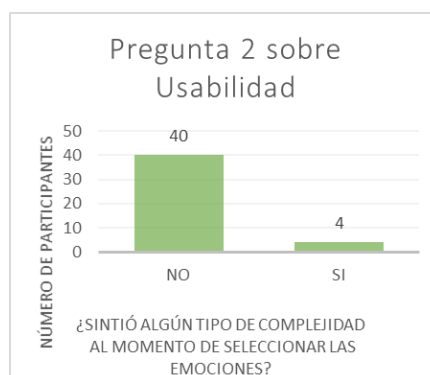


Nota Esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes.

En la pregunta dos acerca de la usabilidad se tiene las siguientes respuestas en la Figura 59. Se tiene que la mayoría de encuestados no presentó algún tipo de dificultad al usar el prototipo. En las respuestas se puede apreciar que a un encuestado de las carreras técnicas y a 3 de las carreras administrativas, tuvo complejidad al momento de seleccionar las emociones.

Figura 59

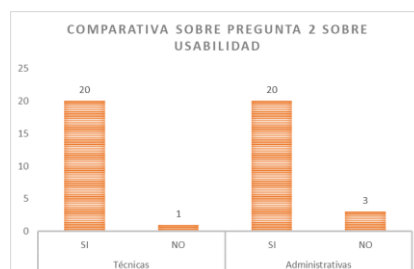
Resultados de la pregunta 2 de usabilidad



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la segunda pregunta de usabilidad de la encuesta realizada.

Figura 60

Detalle de los resultados de la pregunta 2 de usabilidad

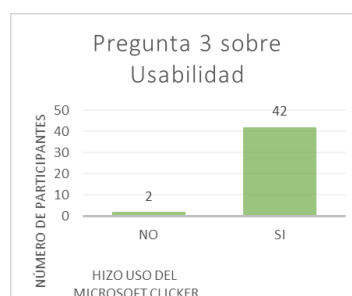


Nota. Esta imagen muestra los valores que seleccionaron los participantes.

En la tercera pregunta acerca de la Usabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados Figura 61. En la cual se tienen los siguientes datos y se visualiza que la mayoría de usuarios hizo uso del Microsoft Clicker. En el análisis comparativo de las respuestas se puede apreciar que solo dos personas de las carreras técnicas no hicieron uso del dispositivo Microsoft Clicker, usaron únicamente los gestos. En los resultados de esta comparativa es notable el no usar los gestos, esto se dio por el tema de tiempos y de facilitar el uso del prototipo.

Figura 61

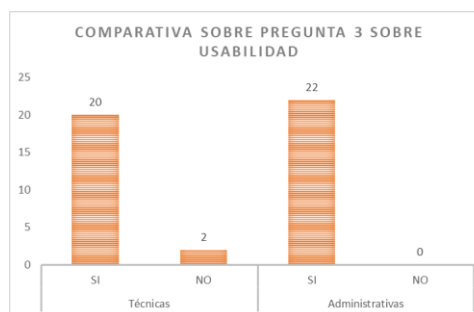
Resultados de la pregunta 3 sobre usabilidad.



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la tercera pregunta de usabilidad de la encuesta realizada.

Figura 62

Detalle de resultados sobre la pregunta 3 sobre usabilidad

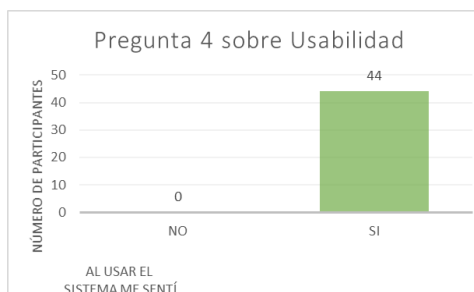


Nota. Esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes.

En la cuarta pregunta basada en la Usabilidad se obtuvieron los datos Figura 63. En la cual se muestran los siguientes datos, se tiene el 100% de los cuales se puede visualizar que las personas no se sintieron frustrados y ese resultado es positivo para en un trabajo futuro poder aplicarlo en otros tipos de usuarios. Como comparación de respuestas evidenciamos que todos los participantes indicaron que no se sintieron Frustrados al momento de usar el prototipo.

Figura 63

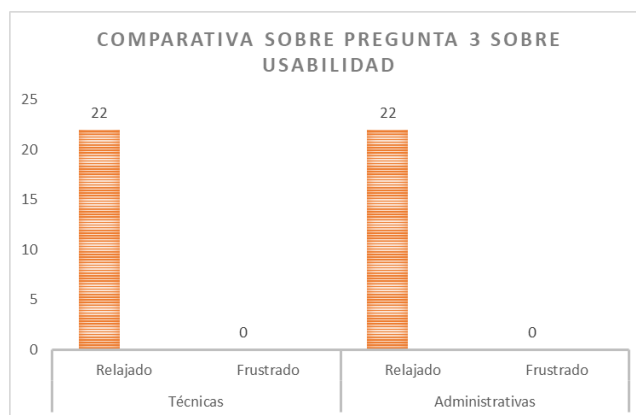
Resultados de la pregunta 4 sobre usabilidad



Nota. En esta imagen se muestra los resultados en forma de diagrama de la cuarta pregunta de usabilidad de la encuesta realizada.

Figura 64

Detalle de los resultados sobre la pregunta 4 sobre usabilidad



Nota. En esta imagen se muestra los valores que seleccionaron los participantes al realizar la encuesta.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Mediante la búsqueda de trabajos relacionados se pudo concluir en que existe una cantidad limitada de trabajos realizados en los cuales se realice estudios de reconocimiento de emociones a partir de realidad aumentada usando HoloLens. La mayoría de soluciones existentes se basan en la aplicación de la realidad virtual en la cual no se hace mucho uso de modelos 3D con expresiones faciales.

Se realizó un entorno aumentado mediante las recomendaciones encontradas al momento de realizar la búsqueda de trabajos realizados. En el entorno aumentado se aplicó personajes 3D los cuales fueron previamente diseñados para que muestren expresiones faciales basándose en la topología de cada emoción, lo cual hizo que los personajes en 3D puedan mostrar expresiones basándose en las seis emociones básicas.

Las pruebas se realizaron utilizando el Test Penn Emotion Recognition Task (ER-40), puesto que el prototipo HoloEmotion se basó en la presentación de 40 personajes los cuales expresaban las 6 emociones básicas. Para este trabajo se usó 8 personajes en 3D los cuales presentaban las 6 emociones básicas con diferentes expresiones faciales.

En el presente trabajo se cumplió con la metodología propuesta, puesto que se analizó, se realizó el diseño del modelo, el desarrollo del modelo y la validación de los datos. Todas estas etapas se consolidaron en la creación de un prototipo el cual puede ayudar en el

reconocimiento de emociones y a su vez aplicarlo para verificar si existe la posibilidad de un problema de interacción social.

HoloEmotion no presentó dificultad a los usuarios al momento de ser evaluados puesto que los gestos eran simples y no necesitaba de alguna experiencia aparte para el uso del prototipo. A su vez se usa el Gaze y mapeo del sitio por parte del dispositivo y esto indica el lugar en el cual se va a presentar el prototipo.

En el desarrollo del prototipo HoloEmotion se presentó un poco de dificultad en su desarrollo, debido a que se usa como lenguaje de programación de back-end C# mediante el framework .NET que permite compilar aplicaciones en UWP (Windows Universal Platform), puesto que para el desarrollo de las aplicaciones en HoloLens se está usando IL2CPP la cual se encarga de compilar y subir el prototipo al dispositivo de realidad aumentada.

Recomendaciones

Es necesario hacer uso de un aplicativo el cual cuente con el versionamiento y sirva como repositorio para almacenar los recursos en la construcción del prototipo, ya que esto hará que el desarrollo sea más fácil y complejo, y a su vez la corrección de errores sea controlada mediante el repositorio.

Es importante usar las recomendaciones que Microsoft Mixed Reality recomienda puesto que en las versiones que se especifican el desarrollo se realiza correctamente sin la presentación de errores en el proceso de desarrollo.

El manejo de Unity 3D debe realizarse en las versiones compatibles con UWP y IL2CPP ya que esto es indispensable para la construcción del prototipo a partir de Unity.

Al momento de realizar los test se indicó por parte del usuario, usar el dispositivo y crear aplicaciones para automatizar procesos como son la escritura en el caso de escribir nombre, puesto que el dispositivo no reconoce muy bien el lenguaje español.

Se recomienda realizar el Test en personas que presenten problemas de interacción social o sufran problemas de autismo para conocer el beneficio de usar un prototipo de realidad aumentada, puesto que al usar la realidad virtual no se podrá salir al mundo real mientras se realiza el test.

Trabajos futuros

Al realizar los Test a los diferentes participantes y analizando los trabajos relacionados surgieron nuevas ideas que pueden mejorar la propuesta principal de HoloEmotion como una herramienta complementaria para la detección en los usuarios que sufren esquizofrenia o principios de autismo, ya que usan el proceso del test Penn Emotion Recognition Test /ER-40) y al no estar en un mundo virtual podría ayudar a los pacientes a tener una mejor forma de realizar el test sin sentirse alejado del mundo real. Por lo cual se propone lo siguiente:

- Usar el prototipo en el área médica para la detección del Asperger o problemas que se deriven de este síndrome, por lo cual es necesario personajes 3D con texturas diferentes a las que se propusieron, tratando de que se vean reales y algunas no reales lo cual ayudará en la detección y creará un nuevo elemento a evaluar.
- Crear una nueva opción de respuesta que se base en un estado tranquilo es decir Normal, en la cual los usuarios determinen que no se expresa ninguna acción.
- Se propone realizar que el aplicativo funcione mediante el reconocimiento de voz, para que sea un prototipo aún más interactivo y fácil de usar para el usuario.

Bibliografía

- Azure, M. (2019). *DevOps*. Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-devops/>
- BA, K., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. 2.
- Barbato, M., Liu, L., Cadenhead, K. S., Cannon, T. D., & Cornblatt, B. A. (2015). Theory of mind, emotion recognition and social perception in individuals at clinical high risk for psychosis: Findings from the NAPLS-2 cohort. *Schizophrenia Research: Cognition*, 2(3), 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.scog.2015.04.004>
- Bonifaz, E., & Molina, F. (2015). Realidad Aumentada Y Su Aporte Al Patrimonio Cultural. *Congreso Internacional de Salvaguardia y Preservación Del Patrimonio Cultural, November*.
- Carretero, M. del P., Oyarzun, D., Ortiz, A., Aizpurua, I., & Posada, J. (2012). Virtual characters facial and body animation through the edition and interpretation of mark-up languages. *Computers & Graphics*, 29, 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2004.12.003>
- Carrizo, D., & Rojas, J. (2016). Classification of requirements elicitation practices in agile developments: A systematic mapping. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 24, 654–662.
- Chen, X., Xu, L., Wei, H., Shang, Z., Zhang, T., & Zhang, L. (2019). Emotion Interaction Recognition Based on Deep Adversarial Network in Interactive Design for Intelligent Robot. *IEEE Access*, 7, 166860–166868. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953882>
- Cruz, I. (2018). *¿Que es RESTful Web Service?* Código Naranja. <https://www.codigonaranja.com/2018/restful-web-service>
- Dawood, A., Turner, S., & Perepa, P. (2018). Affective Computational Model to Extract Natural

- Affective States of Students With Asperger Syndrome (AS) in Computer-Based Learning Environment. *IEEE Access*, 6, 67026–67034. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2879619>
- De Paolis, L. T., & Aloisio, G. (2012). Augmented reality in minimally invasive surgery. *ACHI 2012 - 5th International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*, 273–277.
- Dong, S., & Höllerer, T. (2018). Real-Time Re-Textured Geometry Modeling Using Microsoft HoloLens. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 231–237. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8447549>
- Erosa, D. (2019). *Qué es Unity*. Openwebinars. <https://openwebinars.net/blog/que-es-unity/>
- Farahani, N., Post, R., Duboy, J., Ahmed, I., Kolowitz, B. J., Krinchai, T., Monaco, S. E., Fine, J. L., Hartman, D. J., & Pantanowitz, L. (2016). Exploring virtual reality technology and the Oculus Rift for the examination of digital pathology slides. *Journal of Pathology Informatics*, 7(1). <https://doi.org/10.4103/2153-3539.181766>
- García, T. (2018). *Las gafas de realidad virtual, una herramienta en forma de juego para mejorar la comunicación y combatir el síndrome de Asperger*. Diario La Sexta. https://www.lasexta.com/noticias/sociedad/las-gafas-de-realidad-virtual-una-herramienta-en-forma-de-juego-para-mejorar-la-comunicacion-y-combatir-el-sindrome-de-asperger_201802185a8992ef0cf2af57a906b381.html
- Gómez, M. G. (2008). *La psicología humana*. Comportamiento Humano. <https://sites.google.com/site/lapsicologiahumana/6-fuentes-bibliograficas>
- Gordillo, F., Mestas, L., Ángel, M., Héctor, J., Manuel, R., & José, M. (2013). La expresión facial de las emociones : Historia y aplicaciones. *Ciencia Cognitiva*, 7(1), 19–21.
- Greenfeld, A., Lugmayr, A., & Lamont, W. (2018). *Comparative Reality: Measuring User Experience and Emotion in Immersive Virtual Environments*.

<https://doi.org/10.1109/AIVR.2018.00048>

Güell, N., Schwabe, D., & Vilain, P. (2000). Modeling interactions and navigation in web applications. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 1921(May 2014), 115–127.

https://doi.org/10.1007/3-540-45394-6_11

Hiru. (2018). *Evolución Y Cambio Social*. Hiru.Es. <https://www.hiru.eus/es/ciencias-sociales/evolucion-y-cambio-social>

Hoertnagl, C. M., Muehlbacher, M., Biedermann, F., Yalcin, N., Baumgartner, S., Schwitzer, G., Deisenhammer, E. A., Hausmann, A., Kemmler, G., Benecke, C., & Hofer, A. (2011). Facial emotion recognition and its relationship to subjective and functional outcomes in remitted patients with bipolar I disorder. *Bipolar Disorders*, 13(5–6), 537–544.

<https://doi.org/10.1111/j.1399-5618.2011.00947.x>

Hoffman, H. G. (2014). Virtual-reality therapy. *Scientific American*, 291(2), 58–65.

<https://doi.org/10.1038/scientificamerican0804-58>

HoloLens, M. (2018). *Install the tools*. Microsoft HoloLens. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/install-the-tools>

Iberdrola. (2019). *Realidad aumentada: el mundo real con otros ojos*. Iberdrola.

<https://www.iberdrola.com/te-interesa/tecnologia/que-es-realidad-aumentada>

Iñiguez, E. (2019). *Modelado de rostros en 3D*. DevTraum.

<https://gamedevtraum.com/es/modelos-3d/modelar-rostro-3d-en-blender/>

Johnston, P., Enticott, P., Mayes, A., Herring, S., & Fitzgerald, P. (2010). Symptom correlates of static and dynamic facial affect processing in schizophrenia: Evidence of a double dissociation? *Schizophrenia Bulletin*, 36, 680–687.

- Khan, K., Baharudin, B., Khan, A., & e-Malik, F. (2009). *Mining opinion from text documents: A survey*. <https://doi.org/10.1109/DEST.2009.5276756>
- Kowalski, M., Nasarzewski, Z., Galinski, G., & Garbat, P. (2018). HoloFace: Augmenting Human-to-Human Interactions on HoloLens. *IEEE Xplore*.
- Lara, G., Santana, A., Lira, A., & Peñalpa, A. (2019). El Desarrollo del Hardware para la Realidad Virtual. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, 106–117. http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952019000100009&nrm=iso
- Lopez, D., Valdovinos, A., Méndez, M., & Mendoza, V. (2009). El Sistema Límbico y las Emociones: Empatía en Humanos y Primates. *Psicología Iberoamericana*, 17(2), 60–69.
- Luttecke, C. (2018). *¿Qué es Unity? De Idea a App*. <https://deideaaapp.org/sabes-que-es-unity-descubrelo-aqui/>
- Marwick, K., & Hall, J. (2008). Social cognition in schizophrenia: a review of face processing. *British Medical Bulletin*, 88(1), 43–58. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldn035>
- Mehta, D., Siddiqui, M. F. H., & Javaid, A. Y. (2018). Facial Emotion Recognition: A Survey and Real-World User Experiences in Mixed Reality. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18(2). <https://doi.org/10.3390/s18020416>
- Merino, A. (2018). Realidad Mixta. *Universidad Católica Nuestra Señora de La Asunción*. <https://www.coursehero.com/file/54928281/Mixed-Realitypdf/>
- Microsoft. (2019a). *¿Qué es DirectX?* Microsoft Support. <https://support.microsoft.com/es-es/help/179113/how-to-install-the-latest-version-of-directx>
- Microsoft. (2019b). *IDE Visual Studio*. Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en->

[us/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019](https://visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019)

Microsoft. (2020). *SQL Server*. Microsoft. <https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/sql-server-2019>

Microsoft Developer. (2020). *SDK de Windows 10*. Microsoft.

<https://developer.microsoft.com/es-es/windows/downloads/windows-10-sdk/>

Monteillard, D. (2019). *What is Unity 3D & What is it used for?* Conceptartempire.

<https://conceptartempire.com/what-is-unity/>

Ortega, M. H. (2015). *GrayAR Técnicas de visión por computador y realidad aumentada aplicadas a la gestión documental*. Universidad de Castilla-La Mancha.

Perry, J. S. (2019). *Aspectos básicos de spring boot*. IBM.

<https://developer.ibm.com/es/tutorials/j-spring-boot-basics-perry/>

PowerDesigner. (2020). *Funcionalidades principales de PowerDesigner*. PowerDesigner.

<https://www.powerdesigner.biz/ES/powerdesigner/powerdesigner-features.html#history>

Rava, L., & García, T. (2018). *Las gafas de realidad virtual, una herramienta en forma de juego para mejorar la comunicación y combatir el síndrome de Asperger*. La Sexta.

https://www.lasexta.com/noticias/sociedad/las-gafas-de-realidad-virtual-una-herramienta-en-forma-de-juego-para-mejorar-la-comunicacion-y-combatir-el-sindrome-de-asperger_201802185a8992ef0cf2af57a906b381.html

Reallusion. (2020). *iClone 7*. Reallusion. <https://www.reallusion.com/iclone/>

Richaud, M. (2012). Sin afecto no se aprende ni se crece. Un programa para reforzar los recursos afectivos, cognitivos y lingüísticos en niños en riesgo por pobreza extrema. *Boletín SIP - Argentina, 10*, 1–26.

Rouse, M. (2017). *SQL Server*. Searchdatacenter.

<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-Server>

Rouse, M. (2018). *Microsoft Azure*. Searchdatacenter.

<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Microsoft-Azure-Windows-Azure>

Ruiz, C. (2017). *Qué es DevOps*. Paradigma Digital.

<https://www.paradigmadigital.com/techbiz/que-es-devops-y-sobre-todo-que-no-es-devops/>

Sachs, G., Winklbaaur, B., Jagsch, R., Lasser, I., Kryspin-Exner, I., Frommann, N., & Wölwer, W.

(2012). Training of affect recognition (TAR) in schizophrenia-Impact on functional outcome.

Schizophrenia Research, 138, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2012.03.005>

Sama, G. (2019). *HoloLens 2: La realidad mixta de Microsoft es ahora más cómoda y compacta*.

Cinet. <https://www.cnet.com/es/analisis/microsoft-hololens-2-primer-vistazo/>

Sanchez, E. (2019). *Introducción a DevOps*. Trybalyte. [https://tech.tribalyte.eu/blog-](https://tech.tribalyte.eu/blog-introduccion-devops)

[introduccion-devops](https://tech.tribalyte.eu/blog-introduccion-devops)

Sánchez Pardíñez, S. (2015). *Mundo Asperger y otros mundos*. Mundo Asperger.

<https://www.amazon.es/Mundo-Asperger-y-otros-mundos-ebook/dp/B07H2WW5N2>

Santiso, V., & Arsuaga, A. (2018). *Guía de orientación vocacional para personas con trastorno del*

espectro del Autismo (Confederación autismo España (ed.)). Confederación autismo España.

SAP. (2019). *Power Designer*. SAP. [https://www.sap.com/products/powerdesigner-data-](https://www.sap.com/products/powerdesigner-data-modeling-tools.html)

[modeling-tools.html](https://www.sap.com/products/powerdesigner-data-modeling-tools.html)

Sarrió, C. (2015). *Emociones y expresiones faciales universales*. PSYCIENCIA.

<https://www.psyciencia.com/emociones-y-expresiones-faciales-universales/>

Schwabe, D., & Rossi, G. (1998). An Object Oriented Approach to Web-Based Applications

- Design. *TAPOS*, 4, 207–225. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9942\(1998\)4:43.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9942(1998)4:43.0.CO;2-2)
- Seidor. (2017). *¿Qué es Windows Azure?* Seidor. <http://www.seidor.es/portal/Campana/Seidor-Windows-Azure/Azure-2.html>
- Spring.org. (2019). *Building REST services with Spring*. Spring.Org. <https://spring.io/guides/tutorials/rest/>
- Spring. (2020). *Spring Boot*. Spring. <https://spring.io/projects/spring-boot>
- Suarez, M. (2016). *La psicología humana*. Psicología Sites. <https://sites.google.com/site/lapsicologiahumana/4--comportamiento-humano>
- Sullivan, S., Campbell, A., Hutton, S., & Ruffman, T. (2015). What's good for the goose is not good for the gander: Age and gender differences in scanning emotion faces. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 2015, 1–6. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbv033>
- Sybase. (2020). *Power Designer*. Sybase. <https://powerdesigner.programas-gratis.net/>
- Tecon, A. (2018). *¿Qué es Microsoft Azure? ¿Cómo funciona?* Tecon. <https://www.tecon.es/que-es-microsoft-azure-como-funciona/>
- Telefonica, F. (2011). Realidad Aumentada : una nueva lente para ver el mundo. *Fundacion Telefonica*, 1, 1–97. <http://realidadaumentada-fundaciontelefonica.com/realidad-aumentada.pdf%5Cnhttp://www.fundacion.telefonica.com/debateyconocimiento/publicaciones/index.htm%5Cn>
- Tomas, E. (2014). *Que es REST*. DesarrolloWeb. <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-rest-caracteristicas-sistemas.html>
- Unity Technologies. (2016). *About the lightweight render pipeline*. Unity. <http://docs.unity3d.com/Manual/index.html>

- Unity Technologies. (2018). *IL2CPP*. Unity Documentation.
<https://docs.unity3d.com/Manual/IL2CPP.html>
- Unity Technologies. (2019). *Avatares humanoides*. Unity.
<https://docs.unity3d.com/es/2017.4/Manual/AvatarCreationandSetup.html>
- University, C. W. R. (2015). *CWRU takes the stage at Microsoft's build conference to show how HoloLens can transform learning*. Case Western Reserve University.
<http://case.edu/hololens/>
- Wingenbach, T. S. H., Ashwin, C., & Brosnan, M. (2018). Sex differences in facial emotion recognition across varying expression intensity levels from videos. *PLoS One*, *13*(1), e0190634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190634>
- Wolfenden, L., Barnes, C., Jones, J., & Finch, M. (2020). Strategies to improve the implementation of healthy eating, physical activity and obesity prevention policies, practices or programmes within childcare services. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2020*(2), 1–639. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011779.pub3>
- Wölwer, W., Brinkmeyer, J., Stroth, S., Streit, M., Bechdorf, A., Ruhrmann, S., Wagner, M., & Gaebel, W. (2012). Neurophysiological correlates of impaired facial affect recognition in individuals at risk for schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, *38*(5), 1021–1029.
<https://doi.org/10.1093/schbul/sbr013>
- Yanes, J. (2018). *Microsoft Clicker, el primer accesorio que te ayudará a interactuar con las HoloLens*. WinPhone Metro. <https://winphonemetro.com/2016/02/microsoft-clicker-accesorio-hololens>

Anexos