



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Máster Universitario
en Tecnologías, Sistemas y
Redes de Comunicaciones

USO DE REALIDAD AUMENTADA PARA MEJORAR LA PERCEPCIÓN SITUACIONAL EN SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL PARA GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Autor: Jorge Eduardo Bravo Chávez

Director: Manuel Esteve Domingo

Fecha de comienzo: 02/05/2018

Lugar de Trabajo: Departamento de Comunicaciones UPV

RESUMEN

El término de realidad aumentada es usado para denominar un tipo de tecnología actual en que la visión de lo que acontece en el entorno se amplifica con elementos virtuales que agregan información digital a la realidad. Es necesario señalar que el propósito principal de la realidad aumentada es mejorar la percepción situacional del sistema de mando y control que tendrán los bomberos sobre el medio ambiente para la gestión de emergencias debido a que los bomberos no pueden percibir con sus sentidos.

Objetivos

Describir el uso de la realidad aumentada para mejorar la percepción situacional de sistemas de mando y control para gestión de emergencias de los bomberos, que agreguen información digital a la realidad.

Objetivo específicos

- Confeccionar el estado de arte de acuerdo a las principales funcionalidades de la realidad aumentada para mejorar la percepción situacional de sistemas de mando y control para gestión de emergencias.
- Explicar el punto de vista particular de la realidad aumentada debido a que los bomberos no pueden percibir con sus sentidos en gestión de emergencias.
- Realizar una propuesta de la realidad aumentada para mejorar la percepción situacional de sistemas de mando y control.

Metodología

La metodología utilizada fue la siguiente: se efectuaron algunas reuniones con el profesor para recopilar los requisitos que sirvieron como línea base de la investigación. De las reuniones efectuadas se consiguieron los elementos necesarios para la investigación. Los elementos más relevantes se indican a continuación: realidad aumentada, percepción situacional, sistemas de mando y control y gestión de emergencias. Para desarrollar el objeto de estudio se ha realizado una revisión bibliográfica con metodología sistemática, luego se procedió a desarrollar el estado del arte, un apartado de aporte propio y finalmente una propuesta de trabajo.

Desarrollos teóricos realizados

La realización de una propuesta que conlleva investigación sobre las técnicas y equipos que hay hoy en día en la tecnología de la realidad aumentada. En otras palabras, se determinará cuál es la técnica más eficiente para la gestión de emergencias de los bomberos.

Desarrollo de prototipos y trabajo de laboratorio

En esta investigación no hay un desarrollo de prototipos ni un trabajo de laboratorio, porque se trata de investigación teórica del objeto de estudio.

Resultados

Una vez efectuada la investigación de la tecnología de realidad aumentada que mejor se adapta a la percepción situacional de sistemas de mando y control para la gestión de emergencias del cuerpo de bomberos se determina que el método o técnica de realidad aumentada más eficiente para la gestión de emergencias de los bomberos; así como los dispositivos o equipo de mayor utilidad son:

- **Hardware (Headset).**- Es un dispositivo en el cual el usuario tiene la posibilidad de movilizarse, lo cual provee al bombero absoluta libertad para realizar tareas manuales (esenciales para las situaciones de riesgo), además el dispositivo está vinculado directamente al campo visual, lo que permite aplicar la realidad mixta de manera eficaz y eficiente, incrementando la efectividad de maniobra y minimizando el tiempo de respuesta.
- **Software (Librería de programación ARToolKit y Hololens).**- Este último es un dispositivo estructurado con algoritmos y hardware de la empresa Microsoft, lo que significa que sus aplicaciones predeterminadas vienen escritas en un código completamente compatible a uno de los sistemas operativos con mayor demanda a nivel mundial, el sistema Windows. Esto se traduce a que el Headset, estará capacitado para entender el lenguaje de programación C++.

Líneas futuras

Manual de procedimientos en 3D para gestión de emergencias, con realidad aumentada lo que permitirá una interacción eficaz debido a los beneficios que ofrecen los medios digitales.

Publicaciones

No hay publicaciones al público de esta investigación realizada.

Abstract

The present investigation has like objective realize a proposal of the augmented reality to improve the situational perception of the systems of command and control; Hadset's technique and equipment will allow an absolute mobility to the fire fighter to perform manual tasks, and a mixed reality will be integrated in his visual field, increasing the effectiveness of the maneuver and minimizing the response time. As for software, Hololens and the ARToolKit programming library will be compatible with the Windows system. The future challenge of augmented reality is not only to see, the challenge will be to feel, to feel, to listen, to taste, thus achieving a true "immersion sensation" that implies the use of the five senses of the human being; therefore, the techniques, equipment and procedures are subject to a continuous evolution over time.

Autor: Bravo Chávez Jorge Eduardo, email: jorbrach@teleco.upv.es

Director: Esteve Domingo Manuel, email: mesteve@dcom.upv.es

Fecha de entrega: 11-09-18

ÍNDICE

RESUMEN	1
AGRADECIMIENTO	6
I. ESTADO DEL ARTE	7
I.1. Introducción	7
I.2. Realidad aumentada	7
I.2.1. Tipos de realidad aumentada	9
I.2.2. Los desarrolladores de software de realidad aumentada	9
I.2.3. Herramientas de desarrollo para aplicaciones de realidad aumentada	10
I.2.4. El futuro de la realidad aumentada	11
I.3. Percepción situacional	12
I.3.1. La percepción	12
I.3.2. Las características de la percepción.....	12
I.3.3. Componentes de la percepción	13
I.3.4. El proceso de percepción.....	13
I.3.5. La conciencia situacional.....	14
I.3.6. El riesgo de desastre	15
I.3.6.1. Clasificación del peligro / amenaza	15
I.4. Sistema de mando y control	16
I.4.1. Antecedentes.....	16
I.4.2. Sistema de control	17
I.4.3. Modelos teóricos de mando y control.....	18
I.5. Gestión de emergencia	20
I.5.1. Las tres fases de la gestión de emergencia: respuesta, rehabilitación y recuperación.....	20
I.6. Equipo de Realidad Aumentada	21
I.6.1. Introducción.....	21
I.7. Microsoft Hololens	23
I.7.1. Interfaz de usuario y retroalimentación Hololens.....	23
I.8. Software de realidad aumentada	24
II. PLANTEAMIENTO BÁSICO	27
III. PROPUESTA DE USO DE TÉCNICAS DE REALIDAD AUMENTADA PARA MEJORAR LA PERCEPCIÓN SITUACIONAL	29
III.1. Análisis y especificación de requisitos	30
III.1.1. Requisitos generales para la estructuración del software	30
III.1.2. Requerimientos al software en realidad aumentada	31

III.1.3. Exigencias para el manejo del software	32
III.2. Diseño de prototipo estructural del software.....	33
III.2.1. Boceto “paper prototyping”	33
III.2.2. Boceto de interfaz de usuario primario.....	35
III.3. Construcción de cuerpo codificado de alto nivel.....	37
III.3.1. Modelo-Vista-Controlador	38
III.4. Control de calidad y testing.....	40
IV. CONCLUSIONES	41
V. REFERENCIAS	42
VI. ANEXOS	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema general del concepto de realidad aumentada.....	8
Ilustración 2. La percepción del individuo	14
Ilustración 3. Esquema general de un sistema de control	18
Ilustración 4. Bucle OODA Simple	19
Ilustración 5. Bucle OODA Completo.....	19
Ilustración 6. Paper Prototyping	344
Ilustración 7. Boceto de trabajo	355
Ilustración 8. Interfaz de usuario.....	400

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar agradeciendo a mi Director del Trabajo Fin de Máster el Dr. Esteve Domingo Manuel, por la aceptación, consejos, aportaciones y confianza que ha tenido en el transcurso del desarrollo de este trabajo.

A mi madre que a pesar de no estar presente, es pilar fundamental y motivación para seguir siempre adelante en todo momento, a mi padre por el esfuerzo, paciencia y haberme brindado todo lo necesario para haber realizado estos estudios.

A mi esposa y de modo muy especial por su cariño, comprensión y ayuda incondicional en esos momentos cuando más lo necesité.

Y por último y no menos importante a mis compañeros amigos del master, especialmente a Diego Intriago y Alonzo Lazarte por su amistad y amabilidad de brindarme su ayuda en ocasiones con las dificultades que se me presentaron en el transcurso de los estudios de este Master.

Jorge

I. ESTADO DEL ARTE

I.1. Introducción

Antes de iniciar el estudio propuesto se revisará lo que es el estado del arte para tener una idea aproximada por parte del lector, se trata de un razonamiento deductivo que topa y define como estrategia metodológica un análisis reflexivo, crítico de las diferentes dimensiones política, epistemológica y pedagógica del tema investigado. El propósito del estado del arte es confeccionar una reflexión epistemológica sobre el objeto de estudio, que será descompuesto en sus partes constitutivas. Eso indica que a partir del análisis reflexivo se origina el proceso metodológico y técnico de la investigación propuesta. Para Paramo (2006), “La intención es validar la idea de que la postura epistemológica se convierte en la columna vertebral del desarrollo de un estado del arte” (1). Páramo (2006), otra definición al respecto es de Naranjo (2003), el cual lo define como el primer momento del estado del arte “(definido como la primera parte en la creación de una investigación) la fase heurística, que implica la búsqueda, la recopilación y la organización de un inventario de fuentes de información” (2), finalmente Jiménez (2009), se refiere a “un conjunto de componentes de los elementos que conforman un objeto del pensamiento abstracto” (3)

I.2. Realidad aumentada

Desde las dos últimas décadas, se aprecia un proceso de avance de las nuevas tecnologías de la información y comunicación que ha modificado la vida de las personas dicho de otra manera la forma como se ve, se comunica e interactúa con el mundo, transformándola en noticias, libros, películas o música; es así que la definición de realidad aumentada se relaciona directamente con esta característica de ver el mundo, en otras palabras como la tecnología acrecienta y enriquece la percepción de la realidad que nos rodea. Para describir de manera sencilla que es la realidad aumentada se hace referencia a los 5 sentidos (vista, oído, olfato, tacto y gusto), luego entonces que es la realidad aumentada, es la que potencia los sentidos con una nueva lente a partir de la era digital. Bajo la tecnología de la realidad aumentada se “agrupan tecnologías que permiten la superposición, en tiempo real, de imágenes, marcadores o transformadores virtualmente, sobre imágenes del mundo real” (4)

Obviamente, se crea un entorno en el cual la información y los objetos virtuales se superponen en sí mismo, ofreciendo una experiencia que hace pensar al individuo que forma parte de su realidad diaria no recordando incluso la tecnología que ésta detrás de ella, porque actualmente las aplicaciones de la realidad aumentada son innumerables y tan sorprendentes, están en todas partes de la vida moderna de las personas. Otra definición de la realidad virtual. Otra definición para la realidad virtual

es de Josep Catalá que dice que la realidad aumentada, “supone una transformación radical de nuestra relación con las imágenes, la realidad y el conocimiento, se refiere a los dispositivos capaces de superponer a la imagen, o directamente sobre la propia realidad, una serie de parámetros con aquellas características y cualidades que no revela la mera apariencia pero que sin embargo forman parte de la ontología del objeto o de la situación” (5). Es decir, también habla de transformación del individuo, de su realidad y de la tecnología que superpone la imagen a la propia realidad.



Ilustración 1. Esquema general del concepto de realidad aumentada
Fuente: Realidad aumentada una nueva lente para ver el mundo (Rosa Sainz)

Otro punto de vista de la realidad aumentada dice que esta se relaciona con la tecnología de la realidad virtual, la cual se halla más extendida en la población; esta tiene algunas características similares, así se puede citar “la inclusión de modelos virtuales gráficos 2D y 3D en el campo de visión del usuario” (6); no obstante la diferencia principal es que “la realidad aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesta al real” (6). En estos hechos, el usuario no pierde la unión con el mundo real que su vista le trasmite; sino que al mismo tiempo es posible interactuar con la información virtual superpuesta en sus ojos. Hay otra definición para la realidad aumentada que manifiesta que se trata “de un sistema interactivo que tiene como entrada la información del mundo real y superpone a la realidad nueva información digital en tiempo real, esta información virtual pueden ser imágenes, objetos 3D, textos, videos etc” (7). Cabe señalar “que en este proceso, la percepción y el conocimiento que el usuario tiene sobre el mundo real se ve enriquecido” (8). En otras palabras, en la realidad aumentada se mezcla la realidad con lo virtual dando un resultado igual o mejor que la realidad.

Finalmente, para los autores Santiago, Trbaldo, Kamijo, Fernández, “se trata de un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física real ya existente” (9); en otras palabras se adiciona una parte sintética a lo real. De esta forma “la diferencia principal es que no se puede sustituir la realidad física” (9); sino que se sobre imprime los datos informáticos al mundo real es decir ofrecer una actúan juntas para experiencia mejorada de la realidad en que viven las personas.

I.2.1. Tipos de realidad aumentada

“Se tiene 3 tipos de realidad aumentada: inmersiva, la no inmersiva y la semi-inmersiva” (10). A continuación se detalla cada una de ellas.

- *Realidad aumentada inmersiva.*- “En este tipo, el usuario percibe estímulos sensoriales y vive como si fuera real el mundo tridimensional que se le está mostrando” (10). Esto se puede con dispositivos preparados como gafas, guantes cascos y trajes; con estos implementos se puede vivir esta experiencia de la posición y rotación del cuerpo.
- *Realidad aumentada no inmersiva.*- Esta realidad aumentada “se la vive a través de una pantalla en el que se usa accesorios periféricos como teclado, ratón o micrófono” (10); esto permite interactuar en tiempo real con personas geográficamente distantes inclusive solo pueden ser mitos.
- *Realidad aumentada semi inmersiva o inmersiva de proyección.*- Este tipo de realidad, “necesita de 4 pantallas que estarán acomodadas en las paredes y en el suelo” (10). De esta manera el usuario recoge información de sus movimientos en el espacio, lo que le permite disfrutar experiencias irreales.

I.2.2. Los desarrolladores de software de realidad aumentada

Las personas que desarrollan las aplicaciones de software son las que “dan vida”, a los datos que provienen del entorno físico, gracias a los cuales se puede ver en forma adecuada el mundo y así acrecentar los objetos de la vida real o a la vez hacer un seguimiento e interactuar con ellos de una forma distinta. Estas personas “son los responsables de crear herramientas adecuadas que permitan activar la realidad aumentada; por otro lado de adaptar la información digital guardada del conocimiento humano de forma que pueda utilizarse por la nueva lente de la realidad aumentada” (4), así como también ofrecer a las personas la posibilidad de interactuar con la naturaleza desde diferentes perspectivas a la vez que se permite contribuir con aportes propios a la construcción de un nuevo saber del mundo digital que complementa la información que se tiene en el mundo real.

Es necesario, anotar que dentro de este grupo haya compañías que ofrecen aplicaciones que se fabrican para los dispositivos modernos como son: computadoras, smarphone, consolas y otras que se pueden ejecutar desde un navegador web. Sin embargo para la empresa MIT Technology Review desde su óptica industrial y comercial “cree que simplificar el proceso de creación podría dar lugar a nuevos usos para la realidad aumentada, lo que ayudaría a masificarla” (11). Para que esto suceda “cualquier usuario debe ser capaz de hacer una experiencia de realidad aumentada” (11), con lo cual la gestión de expertos en crear animaciones aumentadas habrá terminado; dando lugar a un mayor desarrollo de la realidad aumentada.

I.2.3. Herramientas de desarrollo para aplicaciones de realidad aumentada

“A continuación, se detallan algunos ejemplos de herramientas de desarrollo y software Development Kit (SDK)” (12), que contribuirán a dar una idea completa del alcance actual de la realidad aumentada.

Tabla 1. Herramientas de desarrollo para aplicaciones de realidad aumentada.

Nº	Herramientas de desarrollo de realidad aumentada	Descripción/función
1	A Forge.Net	Su función es el reconocimiento de imágenes.
2	ARToolKitPro	C/C++ Requiere indicadores visuales para reconocer la imagen.
3	ARToolWorks	Aplicación “stand alone” de realidad aumentada
4	D' Fusión	Aplicación de realidad aumentada con cámara de alta definición, sensores; puede ser integrada a la computadora: - El contenido es encriptado - Tiene sistema de interpretación 3D - Es compatible con sensores - Cámara IR y otros dispositivos interactivos.
5	Layar	Aplicación de realidad aumentada, que lidera el mercado, tiene la posibilidad de generar contenido.

6	LinceoVR	Aplicación de realidad aumentada que proporciona animación e interpretación de imágenes en tiempo real y soporte para robot controlados remotamente.
7	OsgART	C++ Interpretación de imágenes e interacción.
8	SLARToolKit	Aplicación de realidad aumentada para Silverlight de Microsoft y Windows Phone.
9	STRING	Aplicación de realidad aumentada para iOS
10	Handy AR	Interfaz de usuario que reconoce la mano del usuario y la utiliza como patrón de referencia para aumentar la realidad.

Fuente: Realidad aumentada en la comunicación del siglo XXI (Isabel Pérez)
Elaborado por: El autor

I.2.4. El futuro de la realidad aumentada

Cuando se pregunta cuál será el futuro de la realidad aumentada la respuesta es que esta “se halla condicionada por sus costos emergentes, que aún son elevados por lo tanto esta tecnología requiere que se vuelva más accesible desde la perspectiva de la economía” (9); solo ahí se abrirán múltiples alternativas para las aplicaciones de realidad aumentada. Es así, que pueden surgir nuevas aplicaciones mejoradas tales como: pseudo pantallas holográficas virtuales, sonido envolvente virtual en películas, conferencias virtuales estilo holodeck. Cualquier otro dispositivo que ayuda en tareas enfocadas a datos, vuelos, cotizaciones, sistemas de posicionamiento global será remplazado por dispositivos virtuales.

Otro punto de vista corresponde a la empresa Digital Trends que manifiesta que “los sistemas computarizados deben ser capaces de comprender el mundo real un poco más, cree que la tecnología aún no ha llegado a ese nivel” (13). Es por ello, que ha lanzado “la plataforma Niantic Real World, un programa que tiene como objetivo abordar los problemas actuales que tiene la realidad aumentada en múltiples niveles” (13). El lanzamiento de la plataforma se produce al mismo tiempo que una compañía de investigación y desarrollo de realidad aumentada “se encuentra desarrollando redes neuronales que pueden inferir información sobre el mundo real, usando datos de la cámara de los teléfonos inteligentes” (14)

En cambio Mark Zuckerberg, este quiere construir en un lapso de 10 años “un mundo basado en la realidad aumentada es decir una proyección virtual sobre el mundo real” (14). En ese hipotético

mundo “las pantallas físicas son prescindibles así para ver una película, solo se debe proyectar una pantalla virtual más grande que cualquier televisión que existe en el mercado” (14). Es posible concluir que el panorama para los próximos años es aterrador, el mundo será tomado por la tecnología de la realidad aumentada.

I.3. Percepción situacional

I.3.1. La percepción

El estudio de la percepción en los últimos años ha sido examinado minuciosamente dentro del campo de la antropología, no obstante, este interés ha ocasionado problemas de índole conceptual en razón que el término percepción ha llegado a ser utilizado para designar a otros elementos que también tienen que ver con el ámbito de la visión del mundo. Es importante por ello, para adentrarse en este tema, definir que es la percepción el autor Endsley (2000), “se refiere a la actitud con que se reacciona ante esa situación que te puede alcanzar” (15), es decir se trata de un estado de alerta interno de cada individuo, ante un evento no especificado en cambio para el autor Guardio la percepción “es la imagen mental que se forma con ayuda de la experiencia y necesidades en fin se trata de un proceso de selección, interpretación y corrección de sensaciones” (16). De la misma manera es un proceso cognitivo del individuo acerca de un suceso que constituye un peligro latente. Para Melgarejo (1994), en cambio la percepción “es la elaboración de juicios que un individuo realiza a través de la nueva información” (17). Es obvio que se refiere a un proceso interno del individuo.

I.3.2. Las características de la percepción

“La percepción tiene 3 principales características: subjetiva, selectiva y temporal” (18), a continuación se detalla cada una de ellas:

- *Subjetiva.*- Se refiere a que las reacciones a un determinado estímulo visual varían de un individuo a otro.
- *Condición selectiva.*- En la percepción es consecuencia de la naturaleza subjetiva del individuo, ya que no puede percibir todo lo que le rodea al mismo tiempo y selecciona un área en función de lo que desea percibir.
- *Temporal.*- Se trata de un fenómeno a corto plazo. La forma en cada individuo lleva a cabo el proceso de percepción y evoluciona de acuerdo a sus propias experiencias o varían en función de sus deseos, necesidades y motivaciones.

I.3.3. Componentes de la percepción

Aun conociendo que los estímulos sensoriales pueden ser los mismos, para todos los individuos, por ello cada uno percibe cosas diferentes. Por lo tanto, “la percepción es el resultado de dos inputs” (18).

1. “El estímulo físico o las sensaciones que proviene del entorno, en forma de imágenes, sonidos y aromas, etc” (18).
2. Los inputs internos “que proviene de las personas, como son: las motivaciones, necesidades y experiencia previa, que están en función de la psicología de cada uno que es distinta” (18).

I.3.4. El proceso de percepción

Todas las personas que existen reciben estímulos a través de las sensaciones, es decir, flujos de información que conlleva los cinco sentidos, no obstante no todo lo que se siente es percibido, sino que se requiere de un proceso perceptivo “a través del cual la persona selecciona, organiza e interpreta los estímulos percibidos, con el propósito de adaptarlos mejor a sus niveles de comprensión e interpretación” (18). Otra definición para el proceso de percepción indica que “es la selección y organización de estímulos del ambiente para proporcionar experiencias significativas a quien lo experimenta” (19); luego entonces se puede decir que la percepción tiene que ver con la búsqueda, la obtención y el procesamiento de información que existen en la naturaleza.

Si se analiza otra definición acerca de la percepción se puede decir que consiste “en la capacidad de los organismos para obtener información sobre su ambiente a partir de los efectos que los estímulos producen sobre los sistemas sensoriales, lo cual les permite interactuar adecuadamente con su ambiente” (20) estas tres definiciones comparten puntos de vista iguales como es la persona, información y ambiente que son los factores comunes en las tres definiciones.

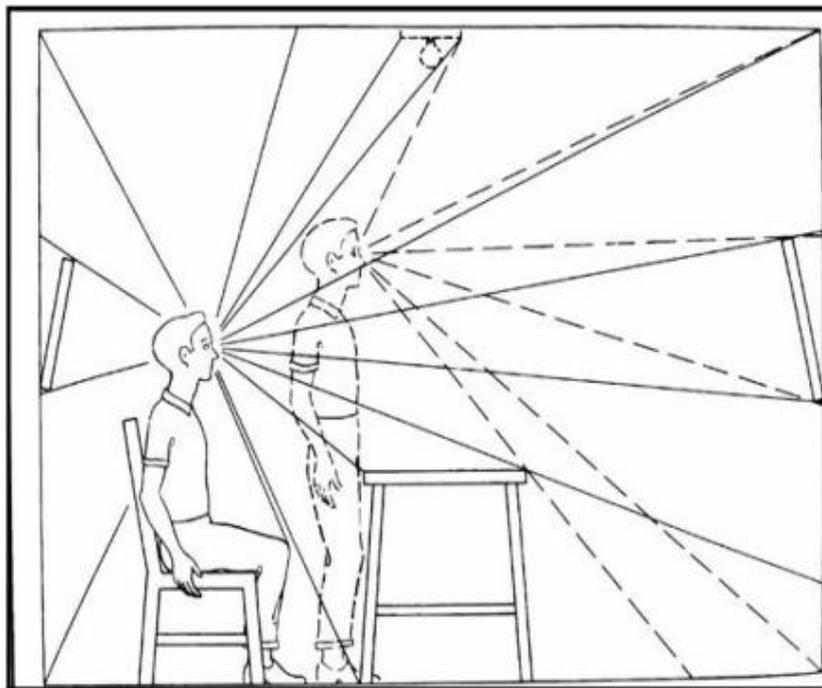


Ilustración 2. La percepción del individuo
Fuente: Universidad de Jaen (María García)

I.3.5. La conciencia situacional

La conciencia situacional se refiere según Alcaide (2013) a “la capacidad para conservar una vigilancia continua sobre información relevante, comprendiendo la relación entre los diferentes elementos de la información y la proyección de este entendimiento hacia el futuro cercano para tener la capacidad de tomar decisiones críticas” (21), dicho de otra manera, conocer que pasa alrededor de uno, por lo que un individuo con alta conciencia situacional se encuentra entrenada para observar, interpretar y diagnosticar cualquier cambio por mínimo que sea con el propósito de prever eventuales riesgos o hechos futuros que puedan afectar a una población, pero no es suficiente la mera percepción y comprensión de un determinado suceso, sino que deberá ejecutar acciones necesarias para resolver las situaciones de emergencia que alcanzan a sobrepasar la prevención. Una definición diferente se da por parte HSEC esta dice que “los individuos con una elevada conciencia situacional desarrollan una apropiada representación e interpretación de cualquier información relevante, con la finalidad de dar sentido a los eventos que ocurren, para ello debe anticiparse a eventos futuros, tomando decisiones inteligentes a la vez que se conserva el control de los riesgos” (22).

En todo proceso de la vida, por muy moderno que sea, requiere la presencia del ser humano para la toma de decisiones, las mismas que pueden ser favorables o desfavorables para la empresa. Sin embargo se puede dar el error humano, por lo tanto se ha definido que el problema radica en la falta

de información importante para enfrentar los desafíos a la vez que esa información es utilizada para generar aprendizaje y un grado elevado de conciencia sobre los eventos futuros.

I.3.6. El riesgo de desastre

El riesgo es la sumatoria de las probables pérdidas debido a un desastre u otro evento adverso, las que se pueden contabilizar “en términos de vidas, condiciones de salud, medios de sustento, bienes y servicios, en una población particular en un período específico de tiempo” (23). Dicho de otra manera está “en función de la amenaza-peligro y la vulnerabilidad, y es directamente proporcional a estos dos factores” (23), por lo tanto se puede prever que el riesgo es dinámico y que depende que ambos factores o uno de ellos varíen. En cambio para la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNIDR), el riesgo de desastre se puede conceptualizar “como una seria interrupción en el funcionamiento de una población que origina una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la población afectada para enfrentar la situación a través del uso de sus propios recursos” (24). En las dos definiciones de organismos internacionales prevalece la amenaza a la población en vidas humanas, recursos e infraestructura.

I.3.6.1. Clasificación del peligro / amenaza

El peligro se conceptúa “como la posibilidad de ocurrencia de un hecho natural o tecnológico, que puede tener un potencial dañino en un determinado periodo de tiempo, en una zona geográfica conocida” (25) . La amenaza de riesgo, se identifica hoy en día con el apoyo de la tecnología y la ciencia. Si bien algunos autores consideran peligro y amenaza como sinónimos, en algunos casos se trata de un evento contingente que puede acabar con la economía y la infraestructura de un país, debido a un peligro latente.

Los peligros-amenazas pueden ser:

- De origen natural ocasionados por los procesos geológicos del planeta.
- Socio-natural, cuando interfiere a los seres humanos y sus procesos de crecimiento y desarrollo.
- Ocasionados por la acción incomprensible de los seres humanos.

A continuación se realiza una clasificación de los riesgos latentes para el ser humano:

Tabla 2. Clasificación de los riesgos

Origen	Procesos	Evento
	Producidos el interior de la Tierra (geodinámica interna)	<ul style="list-style-type: none"> • Terremotos • Tsunamis o Maremotos • Actividad Volcánica
	Producidos en la superficie terrestre (geodinámica externa)	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamientos de tierra • Aluviones • Erosión fluvial/en laderas
	Producidos por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos	<ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones • Lluvias intensas • Heladas • Sequías • Nevadas • Huracanes o ciclones
	Producidos por el hombre	<ul style="list-style-type: none"> • Epidemias • Plagas
	Producidos por la actividad del ser humano.	<ul style="list-style-type: none"> • Incendio (urbano, forestal, industrial) • Derrame de sustancias químicas peligrosas • Contaminación ambiental • Guerra • Terrorismo

Fuente: INDECI

I.4. Sistema de mando y control

I.4.1. Antecedentes

El mando y control ha existido en el arte militar a partir de primeros tratados teóricos de la misma como elemento básico. En varios de los libros antiguos se acentúa la relevancia y lo vital de esta disciplina en la ciencia militar. Es así, que entre otros libros en donde se trata sobre mando y control: “el arte de la guerra de Sun Tzu del siglo IV A.C” (26), “De Bello Gallico y De Bello Civili de Cayo Julio César del siglo I A.C” (27), “Strategemata de Sexto Julio Frontino del siglo I D.C” (28), y el

muy famoso De la Guerra de Von Clausewitz. Todos ellos indagan gran parte de los elementos militares y terminan en una visión de lo que es y debe ser el mando y control. En estos hechos suscitados a través de la historia la función de mando y control es posible darse cuenta que han sido interpretadas desde los inicios, sin embargo en los últimos años se ha resaltado por los medios tecnológicos actuales.

Esta nueva tecnología moderna ha posibilitado contar con comunicaciones remotas, la transmisión de datos y la transferencia de conocimiento a partir de los mismos.

I.4.2. Sistema de control

Se trata de “un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de un conjunto de elementos que ayudan a influir en el funcionamiento de un sistema” (29). El propósito de un sistema de control es obtener, a través de la manipulación de las variables que intervienen en el control, “un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen algunos valores prefijados (consigna)” (29). Por lo tanto, un sistema de control “debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos” (29):

1. Garantizar la estabilidad y, en general, ser sólido frente a desviaciones y errores en los modelos.
2. Ser muy eficiente, según un estándar fijo. En otras palabras, este punto de vista es que la acción de control sobre las variables de entrada sea factible, evitando cambios bruscos e irreales.
3. Ser sencillo de implementar y fácil de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

A continuación se detallan “los elementos que conforman un sistema de control” (29) y contribuyen a su manipulación son los siguientes:

- Sensores.- Ayudan a conocer los valores de las variables estandarizadas del sistema.
- Controlador.- Se usa los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe ejecutarse para transformar las variables de control con fundamento a alguna estrategia.
- Actuador.- Consiste en el mecanismo que realiza la acción calculada por el controlador y que cambia las variables de control.

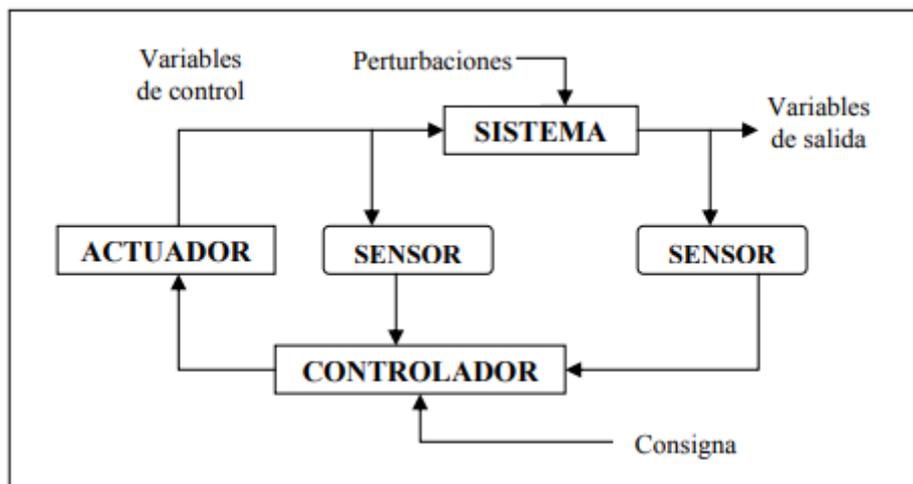


Ilustración 3. Esquema general de un sistema de control
Fuente: Universitat Politècnica de Catalunya

I.4.3. Modelos teóricos de mando y control

A nivel teórico, el mando y el control se ha conceptualizado a través de los años, mediante herramientas concernientes a la teoría de control y automatización, de manera específica como un bucle realimentado. Es así que en el primer escrito en este tema, aunque no referido solamente al mando y control, fue el reconocido libro de “Cibernética de Norbert Wiener” (30), cuyo pensamiento tuvo una acelerada “aplicación práctica en sistemas de guiado de misiles” (31). Luego surgió los trabajos iniciales en “los modelos teóricos desarrollados por Lawson” (32), que manifiesta que “el mando y control como una realimentación con actuación sobre el entorno a partir de la percepción de la situación externa, siendo los operadores los reguladores del mismo y pudiendo ser tanto los actuadores como los sensores operadores humanos o dispositivos integrados en el sistema de mando y control” (32).

En esta teoría se tiene en cuenta la naturaleza adaptativa de los sistemas de mando y control a las condiciones del medio ambiente en el que se encuentra. En esta misma línea base hay algunos trabajos que se aproximan al proceso del mando y control como un apéndice de la teoría de control de procesos y sistemas. Se hace necesario “destacar el trabajo de Greef” (33), que mejoran el modelo de Lawson aplicándolo a sistemas C2 de la marina. De otro lado, se dan un gran número de estudios que ejecutan la aproximación de la teoría de control de procesos al C2 pero en otros ámbitos distintos del militar, “como son los sistemas de mando y control para el control aéreo” (34), dicho de otra manera, “son sistemas de mando y control para pilotos civiles” (35) así como “trabajos en los que se ejecuta una aproximación a la teoría de control al C2 para ser utilizada en el ámbito de la empresa” (36)

Otras obras de mando y control se ha orientado a mejorar las prestaciones de los pilotos de cazas y su interacción con la aviónica que se denominó bucle OODA (Observe, Orient, Decide and Actuate), Boyd, un ex-piloto de combate y destacado militar estadounidense. Esta idea se constituye en un paradigma en el contexto del mando y control y especifica la relevancia del mismo como un bucle indefinido como el que se muestra a continuación:

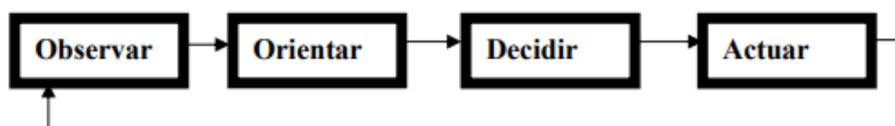


Ilustración 4. Bucle OODA Simple
Fuente: Modelo OODA de Boyd

El autor Boyd manifiesta que “la orientación determina la decisión así como la acción y ésta, a su vez, es retroalimentada por el feedback en las distintas observaciones” (37). De otro lado, el modelo ejecutado a situaciones de conflicto, según Boyd se extiende teniendo en cuenta “el mando y control así como los procesos cognitivos del adversario destacando la importancia de ‘poder tomar el control’ sobre el bucle OODA del mismo” (37), debido a que se toma la iniciativa en razón de cambios rápidos más de lo que éste pueda procesar. Por lo tanto se trata de evaluar el medio ambiente así como también el rival para potenciar factores y operaciones que generen transformaciones rápidas en el medio ambiente y disminuyen la capacidad adaptativa del rival conduciendo, además, las operaciones a un tiempo que resulte favorable y desfavorable a su bucle OODA.

A continuación es posible apreciar un gráfico del bucle OODA completo con todas sus características, es así como lo concibió Boyd en su estudio:

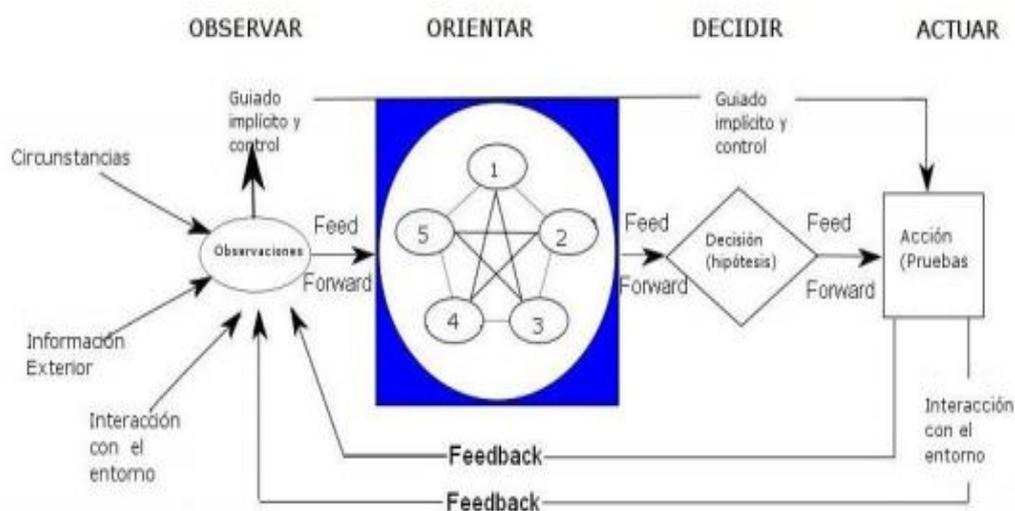


Ilustración 5. Bucle OODA Completo
Fuente: Modelo OODA de Boyd

I.5. Gestión de emergencia

La Gestión de emergencias, “se trata de una ciencia de tratar y evitar los riesgos” (38). Siendo más específico en esta definición se puede decir “es una ciencia que incluye la preparación antes de un desastre, la respuesta al desastre y apoyar como también reconstruir a la sociedad después de un desastre natural” (38) que haya sucedido en un determinado período de tiempo. Otra definición al respecto de la gestión de emergencias indica que “es un evento que se puede gestionar adecuadamente y responder mediante el uso de recursos disponibles localmente, lo cual implica que no hay necesidad de solicitar ayuda externa” (39).

I.5.1. Las tres fases de la gestión de emergencia: respuesta, rehabilitación y recuperación.

Cuando una población se ve afectada por una emergencia, la primera fase es hacerse cargo de los heridos, restablecer las arterias vitales así como los servicios básicos de agua, luz, teléfono. Luego, se colabora en la restitución de los alimentos y la ayuda a la población. “Dichos esfuerzos comprenden tres fases” (24):

- La respuesta, en la cual se efectúan actividades como la búsqueda y rescate de personas heridas y afectadas, la evaluación sucinta de daños y requerimientos de la población y la ayuda en primeros auxilios, una vez solucionado esto, la apertura y la gestión de alberges temporales para quienes hayan quedado en la calle, sin un hogar así como la ayuda humanitaria a aquellos que han sido damnificados.
- La rehabilitación, en esta fase se restablecen los servicios básicos de agua, luz, teléfono así como las carreteras e infraestructura física incluso de manera temporal, también pueden incluir puentes, aeropuertos, puertos y pistas de aterrizaje para helicópteros en casos de evacuación de heridos.
- La recuperación, en la cual se efectúan esfuerzos de reconstrucción de la infraestructura dañada tomando como línea base una evaluación más minuciosa de los daños ocasionados así como del nivel de la afectación de la infraestructura. Además se canalizan esfuerzos para restaurar los medios de vida de aquellas personas que ha sido damnificadas.

I.6. Equipo de Realidad Aumentada

I.6.1. Introducción

Antes de iniciar, lo que es la propuesta para mejorar la percepción situacional de sistemas de mando y control para gestión de emergencia, se puede definir de un modo preciso lo que se refiere a los términos, percepción situacional, sistemas de mando y control y gestión de emergencias.

“La conciencia situacional se construye y se mantiene a partir del análisis continuo de indicadores de desempeño clave en cada organización, sumado a conversaciones necesarias y continuas con las personas adecuadas para obtener una descripción razonablemente clara del estado de las cosas, sean éstas buenas, malas o regulares.” (40) Lo que significa que la forma en que se captan las situaciones son diferentes en cada miembro de una organización y para mejorar esta perspectiva, se debe desarrollar una retroalimentación entre los integrantes de dicha organización para alcanzar una perfeccionada manera de analizar y concluir el estado de ciertas situaciones, apartado que tiene una notable relevancia en el hecho de analizar los posibles escenarios futuros para de esta manera aplicar los mecanismos de sistemas de mando y control más adecuados y mejor adaptados a las circunstancias.

Es en este punto en donde el estudio se adentra más a lo que respecta a mando y control, “Los sistemas de Mando y Control tienen como finalidad gestionar el trabajo de un número elevado de recursos, personales y materiales, para lograr unos objetivos deseados con gran agilidad y precisión.” (41). Por tanto, al momento de analizar una determinada escena, sea en un supuesto ó en una realidad inamovible, se necesita no solamente de tener la capacidad de determinar lo que se requiere para solventar la situación, sino también, un mecanismo que sea de prevención o de corrección eficiente y eficaz, para esto se emplea el mando y control, y de este modo se establecen parámetros que definen la cantidad de recursos a emplear, minimizando las pérdidas y maximizando la calidad de los resultados.

En la actualidad la gestión de riesgos es desarrollada mediante estudios previos de campo y recolección de datos, esta data recopilada, es suministrada en los softwares integrados a una red de ordenadores, los cuales se encuentran en cada uno de los puntos de control de las respectivas instituciones encargadas del análisis de factores de quiebre, bien sea en la infraestructura de las obras, como de la litosfera terrestre o bien de posibles catástrofes naturales. Para mejorar el desempeño de estas actividades tanto en el ámbito preventivo como para hacer frente a algún hecho que pueda catalogarse como siniestro, sea natural o provocado por el hombre, esta investigación busca con ahínco, proponer lo que, serían la mejor combinación entre hardware y software enfocados a la

realidad aumentada que aporten a una mejor percepción situacional en el control de gestión de emergencias.

Es de suma importancia iniciar definiendo los términos hardware y software, en donde “la palabra hardware en informática se refiere a las partes físicas tangibles de un sistema informático; sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado que componen el hardware” (42), es decir, todo aquello que no forme parte del paquete lógico que conforma la esencia de la máquina, mientras que el software “es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo que incluye datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático.” (43), lo que significa que si se interpretase al hardware como una forma de vida con inteligencia artificial, el software viniese a ser la mente del aparato, lo que le da vida al cuerpo, en este caso al hardware; existen diversos tipos de softwares, entre ellos, aquellos cuyo propósito es desarrollar programas o aplicaciones (también pertenecientes al software del equipo) de realidad aumentada, los cuales se tratarán a continuación, una vez determinado el hardware que bajo criterios justificados se propondrá en las siguientes líneas.

Estos dispositivos conocidos (headset) son interpretados como anteojos virtuales, sin embargo, el origen epistemológico de la palabra headset viene del vocablo inglés head, lo cual significa cabeza, y set, cuyo significado en este caso en particular es aparato, sin embargo, cabe resaltar que también en el argot informático técnico es usual encontrar palabras como device ó gadget, las cuales se traducen también como aparato y/o dispositivo. Por lo tanto, se puede definir este tipo de mecanismo como todos aquellos que se incorporan a la cabeza del portador, los cuales en la mayoría de veces, tienen una presentación ergonómica, cuyo arquetipo es el de unas gafas, estas, en términos generales son las encargadas de proyectar todos aquellos objetos o información, sean en dos dimensiones o en tres dimensiones, usando el cristal del dispositivo, el cual funge al mismo tiempo como pantalla, realizando la sobreposición de los mismos en el entorno real enfocado por el usuario. Este set, está diseñado además de tal modo que reaccione o reconozca comando de voz, por lo que cuenta con sus respectivas entradas y salidas de audio.

Los dos hardware que formarán parte de este subgrupo de mecanismos para emplear la realidad aumentada, y cuyo uso se recomienda en la presente investigación, por motivos de sencillez y comodidad de integración con la interfaz de usuario, son el GOOGLE GLASS y el MICROSOFT HOLOLENS. Antes de continuar la profundización en las características de hardware y software de las dos lentes inteligentes mencionadas, es importante acotar la definición de interfaz de usuario, la cual juega un papel relevante en la aplicación de estas nuevas tecnologías en el área de mando y control, “Una interfaz de usuario moderna es algo complejo que se compone de texto, formas, colores

y animaciones formadas en última instancia por píxeles individuales de la pantalla del dispositivo que estás usando. Al empezar a diseñar una interfaz de usuario, la gran cantidad de opciones puede ser abrumadora.” (44)

Lo que lleva a la tesis de que una interfaz de usuario debe ser altamente comprensible, de tal modo que los usuarios que se encuentren utilizando el equipo junto con su sistema operativo (interfaz de usuario), no requieran de conocimientos avanzados en el campo de la informática para poder llevar a cabo las tareas demandadas por la organización. Aunque se han mencionado dos headsets, es necesario aclarar que los GOOGLEGLASS no obtuvieron el resultado del todo deseado por la industria de Google, esto, no porque no fuese un proyecto innovador, sino por razones como el costo, la vida útil en funcionamiento de la batería, y debido a que tan solo fue una prueba de tipo beta que la compañía uso para impulsarse en una nueva área del mercado tecnológico, sin embargo, las MICROSOFT HOLOLENS, continúan siendo el proyecto más prometedor y además con más demanda desde que la compañía anunció su salida y comercialización, motivo por el cual se tratarán las características de este headset de un modo más profundo, ya que, por las razones ya expuestas, es el mejor candidato conocido para la implementación en los objetivos de la investigación.

I.7. Microsoft Hololens

Este headset fusiona de una manera sencilla el mundo real con el virtual, de tal modo que emplea hologramas virtuales “Los hologramas son imágenes tridimensionales obtenidas mediante la interferencia generada por un haz de luz llamado de referencia y la luz reflejada por el objeto que se quiere holografar sobre una placa o emulsión sensible.” (45), interactuando así con los elementos del entorno en donde se encuentre su portador, y de un modo cuya fluidez es excepcional, básicamente, es una herramienta según el marco teórico ya estudiado, de realidad aumentada, o bien si se quiere, de realidad mixta.

I.7.1. Interfaz de usuario y retroalimentación Hololens

Este headset cuenta con la posibilidad de apertura de multi-screen, es decir, pantalla múltiple, lo que significa que al momento de evaluar una situación se pudiese valorar su naturaleza desde varios ángulos de visión, en combinación con un sistema de cámaras guiadas fijas o drones de salvamento que envíen la señal de su campo visual a la memoria de los anteojos por vía electromagnética, además de ello cuentan con un sistema de conexión a internet, lo que facilitaría la comunicación, en cuando a órdenes y comandos que deba recibir el usuario al momento de realizar alguna maniobra en el área analizada, ya que los altos mandos estarán recibiendo la señal de realidad

mixta en sus dispositivos, por lo que la interacción entre los miembros del cuerpo de bomberos, por ejemplo, estará siempre abierta y activa, maximizando la eficiencia de la misión.

A diferencia de otros headsets, MICROSOFT HOLOLENS, poseen un sistema totalmente desligado de un ordenador, esto significa, que no requieren estar conectados a un computador para poder funcionar, ya que cuentan con microprocesador independiente. Al ser un dispositivo desarrollado por la compañía de Microsoft, cuentan con su versión en tercera dimensión exclusiva del último Windows que ha salido al mercado, por lo que supone, facilidad para la instalación y manejo de diversos softwares de realidad aumentada para mando y control en el marco comprendido entre la precaución y el accionar ante situaciones no deseadas ya ocurridas.

I.8. Software de realidad aumentada

Según los parámetros establecidos para un adecuado hardware que se adapte a las necesidades del objetivo planteado, es de vital importancia agregar, la mejor y más práctica herramienta de desarrollo de realidad mixta, para que, fusionada con lo anteriormente desglosado, complete la tecnología de mejor rendimiento para la evolución del sistema de mando y control en el equipo de gestión de riesgos del cuerpo de bomberos.

En párrafos anteriores se expuso una tabla de herramientas para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, ahora bien, basándose en las características del tipo de hardware descrito anteriormente, y por razones obvias, tanto de economía como de practicidad, es oportuno recomendar la utilización de la librería ARToolKit, esto, principalmente porque trabaja con el lenguaje de programación C/C++, “Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo.” (46). En el caso del lenguaje de programación C, se habla de un método de comunicación usuario máquina de alto nivel, lo que significa que tiene la opción de crear sentencias y algoritmos, haciendo uso de palabras conocidas por el humano; aun así, también cuenta con la posibilidad para programar en bajo nivel, lo que significa que todo software desarrollado bajo el lenguaje C o C++ tiene la versatilidad de utilizar ambos tipos de lenguaje, es decir, abarca un rango de trabajo para el desarrollador de aplicaciones de realidad mixta mucho más amplio.

Una de las ventajas del lenguaje C++, es que dentro de las líneas de código se pueden incorporar ecuaciones matemáticas y físicas, que son necesarias en la aplicación que requerirá ser instalada en el hardware para el cálculo y recopilación de data en situaciones de catástrofes o prevención de las mismas, este lenguaje incluso puede trabajar con programación cíclica, lo cual permitiría desarrollar

una interfaz de usuario que permita el conteo de posibles víctimas en un incidente, combinando la codificación del mismo junto con los sensores de alta recepción del headset o bien de las pantallas manuales.

Otra de las crecientes ventajas del lenguaje de alto nivel C para desarrollo de software de realidad mixta, es la gran sencillez para redactar el código, de manera comprimida y simple. En este método de comunicación con la máquina no es imperioso realizar algoritmos procedimentales, ya que trabaja en base a funciones preestablecidas, las cuales se activan mediante comandos ajenos al bajo nivel, los cuales simulan automáticamente estos procedimientos de gran envergadura, además, para facilidad del programador, el entorno en C++, no admite escritura en mayúsculas, obligando al desarrollador a escribir las líneas del futuro ejecutable en minúsculas, minimizando así el margen de error, “Un ejecutable es un archivo diseñado para poder iniciar un programa. En su interior están pues las instrucciones precisas para poder ejecutar un programa determinado o varios. Los ordenadores pueden realizar todo tipo de tareas, pero para ello debe indicárseles cómo.” (47)

Esta herramienta de desarrollo de aplicaciones de realidad mixta, posee un amplio campo de opciones visuales, ya que, mediante las mismas, ARToolKit reconoce las imágenes en tercera dimensión del universo real, analizándolas y extrayendo los bordes para poder sobreponer los objetos virtuales y las gráficas generadas por los cálculos sistematizados y predeterminados que el programador incluiría en el stand de algoritmos. Aunque el argot informático puede ser un tanto pesado para la memoria de una persona promedio que no está familiarizada con este mundo de la tecnología, eso no sería problema, debido a que uno de los objetivos principales del presente desarrollador, es crear una interfaz de usuario amigable, para que se explote al máximo el potencial de la aplicación sin necesidad de manejar el robusto código detrás de la interacción máquina-usuario, por lo que el frontend será lo que estará frente al portador del headset, mientras que el backend será el alma del programa, y no habrá necesidad de que el operador del dispositivo de realidad aumentada acceda al contacto directo con el cuerpo principal del algoritmo.

“Frontend es la parte de un programa o dispositivo a la que un usuario puede acceder directamente. Son todas las tecnologías de diseño y desarrollo web que corren en el navegador y que se encargan de la interactividad con los usuarios.” (48).

“Backend es la capa de acceso a datos de un software o cualquier dispositivo, que no es directamente accesible por los usuarios, además contiene la lógica de la aplicación que maneja dichos datos. El Backend también accede al servidor, que es una aplicación especializada que entiende la forma como el navegador solicita cosas.” (48).

Otra de las aplicaciones adicionales que se pueden configurar en el software de realidad aumentada para el cuerpo de bomberos, se trata de adaptar un sistema de geolocalización, el cual indicará el punto exacto en donde se produzcan los sucesos y les ordenara por rango de peligrosidad, incluso, mostraría automáticamente la información sobre el lugar en donde se encuentren los recursos a emplear, mediante representaciones graficas como mapas o arquetipos de croquis, toda esta data provechosa para cualquier tipo de operación, puede darse de manera tridimensional o bidimensional, dependiendo de las necesidades de la misión o el usuario. El conocimiento del suceso se puede expandir exponencialmente, es por ello que esta tecnología lleva el nombre de realidad aumentada, ya que incrementa la cantidad de datos y resultados a considerar para la toma de decisiones, es un método innovador de solucionar los déficits de perspectivas en misiones de alto y moderado riesgo.

Existen diversas aplicaciones y modificaciones que pueden realizarse, por ejemplo, a un equipo headset, y combinar estos cambios con el software de realidad mixta para alcanzar limites aún más ambiciosos. Como ya se conoce, el cuerpo de bomberos requiere un sistema de mando y control lo más preciso posible, debido a que lo que se encuentra en juego, son las vidas humanas involucradas en un incidente que puede tornarse un siniestro lamentable con la perdida de innumerables vidas. Los accidentes más comunes, los cuales tienen una elevada estadística, son los incendios, “Aunque no existe ninguna estadística para comprobarlo, la percepción a nivel general es que en Latinoamérica no existe un verdadero “problema de incendios”. A diferencia de los Estados Unidos donde hay un incendio residencial cada 79 segundos (NFPA Fire Reports: US Fire Loss for 2003)” (49).

Un incendio cada 79 segundos es una cifra significativamente alta, es por ello, que, si se toman las medidas necesarias, se pueden minimizar la cantidad de víctimas ó posibles víctimas en un accidente de este tipo. Es de obvias razones, que el personal de rescate cuente con un rango de visibilidad especialmente limitado al momento de maniobrar dentro de una infraestructura que sufre daños por combustión, por supuesto, debido a la densa pared de humo oscuro, pero, si se aplican las medidas necesarias, incorporando de forma adecuada las nuevas tecnologías ya propuestas anteriormente, se puede incrementar la visibilidad en el medio físico, aumentando la realidad.

II. PLANTEAMIENTO BÁSICO

Desde mi perspectiva personal la realidad aumentada crea una realidad paralela a la realidad a la que añade información; esta tecnología tuvo un inicio incipiente a través de videos de las hojas de vida de las personas que utilizaban una realidad aumentada para una visualización mejor de su vida personal, familiar y laboral, ahora el potencial de esta tecnología es enorme porque se ha llegado a una era de madurez tecnológica debido en parte a la mayor capacidad de procesamiento de los hardware, hoy en día se crean dispositivos con soluciones para todas las necesidades del ser humano. A pesar que hoy en día se piensa que la realidad aumentada está asociada a video juegos, su uso se encuentra más allá del gaming. Esta tecnología tendrá un impacto igual o superior a los Smartphone, porque esta tecnología supondrá una verdadera transformación de la realidad en la cual nos desenvolvemos a diario.

No obstante, el desafío futuro de la realidad aumentada no es solo ver, el reto será sentir, palpar, oír, gustar consiguiendo de esta manera una verdadera “sensación de inmersión” que implique el uso de todos los cinco sentidos del ser humano. En estas circunstancias, gracias a la tecnología de la realidad aumentada está permitiendo mejorar la percepción situacional de sistemas de mando y control para gestión de emergencias de los bomberos debido a las siguientes consideraciones:

- Los entornos virtual y real (mixta), se unen para crear nuevos contextos en los cuales los objetos tanto digitales como físicos y su información pueden coexistir e interactuar unos con otros, sin ningún inconveniente, siendo de suma utilidad para los bomberos.
- La realidad aumentada transforma los patrones del compromiso de los bomberos, facilitando interfaces más naturales y comportamientos que contribuye a dirigir y actuar a partir de la inteligencia artificial generada por sensores y activos conectados.
- En una realidad mixta, el bombero que usa gafas inteligentes examina un desastre natural en una localización remota, la información de diagnóstico que aparece en su campo de visión señala la magnitud del desastre. Si el bombero no puede solucionar el desastre por sí mismo, técnicos calificados ubicados en otra localización podrían ser capaces de transmitir instrucciones digitales detalladas para actuar ante el desastre natural y, luego, guiarlo rápida y efectivamente para salir de ese lugar.
- La realidad aumentada hace posible entregar información útil a cualquier localización remota; desde donde se realiza el trabajo en sitios inaccesibles o peligrosos para el ser humano.

Por ello, una vez efectuada la investigación y analizado la utilidad de la tecnología de realidad aumentada para el cuerpo de bomberos se determina que el método o técnica de realidad aumentada

más eficiente para la gestión de emergencias de los bomberos; así como los dispositivos o equipo de mayor utilidad son:

- Hardware (Headset).- Es un dispositivo en el cual el usuario tiene la posibilidad de movilizarse, lo cual provee al bombero absoluta libertad para realizar tareas manuales (esenciales para las situaciones de riesgo), además el dispositivo está vinculado directamente al campo visual, lo que permite aplicar la realidad mixta de manera eficaz y eficiente, incrementando la efectividad de maniobra y minimizando el tiempo de respuesta.
- Software (Librería de programación ARToolKit y Hololens).- Este último es un dispositivo estructurado con algoritmos y hardware de la empresa Microsoft, lo que significa que sus aplicaciones predeterminadas vienen escritas en un código completamente compatible a uno de los sistemas operativos con mayor demanda a nivel mundial, el sistema Windows. Esto se traduce a que el Headset, estará capacitado para entender el lenguaje de programación C++.

III. PROPUESTA DE USO DE TÉCNICAS DE REALIDAD AUMENTADA PARA MEJORAR LA PERCEPCIÓN SITUACIONAL.

En las primeras décadas de la ingeniería en sistemas, la codificación mediante algoritmos lógicos se le valoraba cualitativamente de modo artístico, ya que suponía una dificultad de un nivel elevado para la mayoría de los individuos, sin embargo, al pasar de los años, han ido surgiendo nuevos métodos y guías para el mejoramiento y amabilidad operativa de los algoritmos programables, para que de este modo, se pueda ir incluyendo al campo de la tecnología a aquellas personas que conforman el restante de la población. Este tipo de medidas prácticas que simplifican el trabajo de bajo nivel, convirtiéndolo en un desarrollo de alto nivel, es lo que se conoce como estructura de software, ya que, al igual que los bocetos estructurados de infraestructuras físicas, estos indican de un modo gráfico y práctico el funcionamiento del software, de tal modo que la información pueda ser digerible para todas aquellas personas o usuarios a los cuales el programa este destinado.

Cualquiera que sea la estructura de software, debe contener de manera explícita la gama de funciones que puede desplegar el software de la manera más general posible, es de destacar que cada uno de estos algoritmos descritos, son de mucha más facilidad de comprensión, cuando se emplean ángulos diferentes de observación y explicativas concernientes al tema en discusión. La estructura de software básicamente es “las estructuras de un sistema, compuestas de elementos con propiedades visibles de forma externa y las relaciones que existen entre ellos.” (50)

Cada modelo de algoritmo de software requiere de una universalidad de puntos de visión o ejemplificaciones diferentes a comparación de otros programas, debido a que la estructura de software ira en función de la complejidad del mismo, cabe resaltar que, al hablar de complejidad, no se hace referencia al grado de dificultad en el uso del programa, sino, a lo referente del uso y funciones básicas del mismo, en función de la adaptación al objetivo para el cual ha sido creado.

La arquitectura de software goza de un gran nivel de importancia, debido a que la forma en la que se codifica un programa, tiene una acción no indirecta dentro de los parámetros que corresponden a las habilidades de este para lograr apañar todos los requerimientos que se espera que se cumplan gracias al desarrollo del mismo. Uno de los requisitos más comunes que suelen hacer presencia al momento del control de calidad del software, es el tiempo de respuesta, claro, en función a las solicitudes que se ingresen al mismo mediante los mecanismos de entrada del hardware. Este requerimiento es un elemento de los aspectos cualitativos al momento de evaluar la calidad del desarrollo de un programa computacional, se dice que son cualitativos por el hecho de no poder ser evaluados de manera contable en cuanto a parámetros de codificación se refiere.

Otra de las razones por las cuales se debe llevar a cabo la estructura del software es debido a que es imperante esquematizar todas y cada una de las funciones y metas que debe satisfacer el programa, y de esta manera llevar a cabo una codificación ordenada y sistemática del mismo, y así de este modo evitar los posibles bucles o contradicciones al momento de la compilación del cuerpo principal del algoritmo.

III.1. Análisis y especificación de requisitos

En esta fase de la estructuración, se tratan los tópicos tocantes al tema del reconocimiento del problema, en donde se divisan las necesidades que el programa va desarrollar para que, de este modo, y en función de estas, se inicie con la esquematización del mismo, y así desarrollar un código sólido que no cuente con agujeros de funcionamiento o vacíos en la lógica que relacionará al usuario con la máquina.

III.1.1. Requisitos generales para la estructuración del software

Para la correcta implementación del software, se requiere esquematizar las necesidades por las cuales el mismo se llevará a cabo, las cuales en general tienen que ver con los requerimientos a nivel humano y los materiales a implementar. En el caso de la realidad aumentada, aplicada en los sistemas de mando y control del cuerpo de bomberos, es necesario, en un marco de insumos, adquirir una unidad de memoria de tipo secundaria de alta envergadura, con un sistema de conexión remota, para que de este modo se pueda mantener una base de datos actualizada y sincronizada según el evento que se presente.

También cabe la posibilidad de adquirir un espacio privado en la nube, de tal manera que los datos almacenados en la memoria secundaria, puedan ser compartidos mediante la World Wide Web, logrando de esta manera mantener un enlace con los cuerpos de bomberos distantes y mejorar de un modo macro el desenvolvimiento de las maniobras realizadas por los mismos, basadas en la recopilación de datos y acciones llevadas a cabo gracias a la implementación.

Este requerimiento en hardware se puede satisfacer mediante la implementación de los dispositivos previamente descritos en los pasados folios, mencionados y despiezados en la propuesta de implementación de software de realidad mixta, dentro de un compendio de información analizada en base a las necesidades del cuerpo de bomberos.

Aún con esto es necesario cultivar los conocimientos del lector en cuanto a lo que se refiere a la memoria compartida en línea, comúnmente conocida como la nube. “La nube informática no es un producto. Es un modo de transmisión y almacenaje de datos. Es un paradigma que permite un acceso

universal, práctico a la demanda de una red compartida y a un conjunto de fuentes informáticas configurables (como, por ejemplo, redes, servidores, almacenaje, aplicaciones y servicios) que pueden estar aprovisionados y liberados con un mínimo de administración.” (51).

Es decir, que en la red existe un espacio intangible que funge como memoria secundaria para el almacenamiento de un diverso rubro de productos informáticos, de tal modo que mediante el uso de la conexión a internet se puedan obtener dichos datos sin dificultad alguna, lo cual, para la propuesta de realidad aumentada es una gran ventaja, debido, a que por medio del headset, y realizando una conexión inalámbrica a una red de internet, se puede acceder a la base de datos almacenada en la nube en tiempo real, facilitando así el mejor desempeño del software en cuanto a tiempo de respuesta.

En lo referente al recurso humano requerido para el desarrollo del software de realidad aumentada, es de vital importancia para el proyecto, que participe un personal capacitado en el área de desarrollo y programación de algoritmos lógico-matemáticos, además de un equipo responsable de dirigir el desarrollo del programa desde un punto de vista funcional, lo que significa, que además de necesitarse la mano de obra técnica, especializada en el área de la tecnología, es también necesario incorporar a la mesa, a aquellos miembros del cuerpo de bomberos, los cuales conocen mejor que cualquier otro individuo, las necesidades que se presentan en el campo laboral enmarcado en el sistema de mando y control para prevención de accidentes y futuras catástrofes.

Aunque es un factor el cual es obvio que debe ser tomado en cuenta para el desarrollo del proyecto informático, es necesario mencionarlo, el cual es la cronometría de las actividades y metas a llevar a cabo, ya que se debe sincronizar el tiempo de la construcción del mismo con la fecha que es requerida por aquella persona u organismo para el cual se está trabajando.

III.1.2. Requerimientos al software en realidad aumentada

A continuación, se enlistarán una serie de requerimiento, los cuales el programa a desarrollar debe satisfacer para que se pueda calificar como funcional:

- A. Un software que facilite la comprensión de la realidad presente en sistemas de mando y control sobre un ambiente de situaciones de riesgo.
- B. Interfaz de usuario comprensible que combine elementos virtuales con los aspectos físicos del medio ambiente.
- C. Un programa que recopile, analice, almacene y de ser necesario comparta datos reales en base al momento y en tiempo real, combinando a los mismos con los conceptos y teorías programables y predeterminadas, las cuales se encuentren instaladas dentro del paquete del headset.

- D. Almacenamiento de datos matemáticos que contengan información suficiente para aplicar modelos físicos teóricos a la realidad, combinando de este modo la tecnología y su velocidad de respuesta, en conjunto con la experiencia y el conocimiento de la situación del usuario, valiéndose del previo entrenamiento del mismo y sus comandos.
- E. Creación y exposición de gráficos referentes a datos diversos en relación a un radio de acción, para que de este modo las maniobras puedan desenvolverse en un escenario construido más seguro, tanto para el usuario como para las posibles víctimas. Datos como (Temperaturas, terreno, conteo de posibles víctimas, estadísticas de acción, estado de la infraestructura, rutas de acceso, posibles escenario).

Estos, entre otros, son los requerimientos principales del programa a llevar a cabo, para que responda a las necesidades del cuerpo de bomberos en la evaluación preventiva o acción correctiva de potenciales situaciones de riesgo que pueden generar accidentes, pérdidas de materiales, infraestructuras o vidas biológicas.

III.1.3. Exigencias para el manejo del software

Los usuarios del software deben encontrarse en capacidad de comprender una situación de riesgo, de tal manera que puedan intrínsecamente comprender el funcionamiento del sistema, ya que la facilidad de manejo del mismo, sumado al conocimiento y experiencia del usuario, significaría un óptimo rendimiento de parte y parte, tanto del humano como de la máquina. Cabe resaltar que el programa no cuenta con tutoriales de cómo llevar a cabo su uso para lo cual fue creado, ya que, al momento de implementar la mejora tecnológica en el cuerpo de bomberos, es necesario que se realice una capacitación para el uso del mismo, esto, se debe a que es imprescindible que el portador del headset, cuente con conocimientos previos en el área de aplicación del software.

La capacitación para el uso del sistema, debe constar de varias fases, las primeras en donde se expliquen los términos concernientes al software y hardware a utilizar, y las fases próximas a las primeras, deben tener como objetivo, impartir los mecanismos y comandos necesarios que los usuarios deberán implementar para poder hacer uso del equipo, no obstante, una vez culminada la capacitación teórico-práctica, y dadas las condiciones en las que se hará uso de este avance tecnológico, es necesario que el personal autorizado a usar el set, sea provisto de un riguroso entrenamiento en situaciones controladas, para que de este modo puedan adquirir una destreza aún mayor sobre los dominios del algoritmo diseñado para los requerimientos antes mencionados.

III.2. Diseño de prototipo estructural del software

Como se ha especificado anteriormente, es necesario implementar la estructura del software de manera que, al momento de iniciar el desarrollo del mismo, se cuente con un esquema organizado de los pasos a seguir para lograr desarrollar un software que sea capaz de satisfacer las necesidades del organismo competente, en el caso de estudio planteado, del cuerpo de bomberos en sistemas de mando y control aplicados en situaciones de riesgo.

Para poder lograr esta meta, se requiere realizar el diseño o boceto primario de la interfaz de usuario con la cual tendrá contacto el operador del set, para que, de este modo, basándose en las necesidades enlistadas en el apartado anterior, se puedan configurar las acciones a tomar en cuenta para realizar la codificación del programa.

Los algoritmos que se realizarán en la estructuración del sistema, deberán obedecer a los comandos impartidos por el funcionario, además de sincronizar de manera casi perfecta, los elementos virtuales y los datos arrojados en pantalla con la realidad ocuriente en el instante y momento preciso, esto, debido a que incluso, la vida del usuario, en la aplicación de la tecnología de realidad aumentada, está en juego.

III.2.1. Boceto “paper prototyping”

Para lograr la realización del software, es necesario identificar cada uno de los elementos que estarán presentes en el mismo, es allí en donde entra, lo que se conoce como boceto en papel, en la relación o interacción que existe entre el humano y la máquina, paper prototyping es un modo de esquematización que se encuentra extensamente empleado en la informática, más que nada en todo el desarrollo de los programas que tienen que ver con la participación directa del usuario, en donde se requiere una interfaz, que traduzca de manera eficiente y eficaz la codificación pesada del programa.

Este método es de gran apoyo para los desarrolladores a la hora de ayudarles en la creación y estructuración que alcancen y en ocasiones, rebasen las metas pautadas por los requerimientos de los operarios, tal como ya se mencionó anteriormente, está especializado en la creación esquematizada de frontends, o interfaces de usuarios amigables a la vista y de fácil entendimiento y manejo.

Básicamente se trata de dibujar en papel una interfaz inicial, con los aspectos esenciales que esta debería tener para poder optar por la candidata a suplir todas las necesidades expuestas, en la mayoría de las ocasiones, estos bocetos, son desechables, incluso, esta fase de la estructura de software, se lleva a cabo, con la técnica manual, empleando tan solo un grafito y un papel.

Aun cuando este método de prototipado en papel de una interfaz de usuario, utilizando la técnica manual, pueda parecer algo sumamente sencillo, cabe destacar que al momento de observar ciertos pro, y contras, del sistema que se piensa desarrollar, es muy útil, debido a que provee de una diversidad de puntos y ángulos de vista diferentes a lo que se refiere a la conexión que existirá entre el humano y la maquina al momento de hacer correr el programa en un escenario controlado, permitiendo de este modo el mejoramiento en el desarrollo de futuros sistemas.

“Este método se caracteriza por el uso de materiales y equipo sencillos para crear una simulación basada en papel de la interfaz de un sistema con el objetivo de explorar los requerimientos de usuario (Después, durante el proceso de diseño, los prototipos de papel van a constituirse como medios valiosos y rentables para evaluar las opciones de diseño. Los elementos de la interfaz, como menús, ventanas, diálogos e iconos, se crean utilizando papel, tarjetas, acetato, bolígrafos,..). El resultado obtenido se denomina frecuentemente prototipo de baja fidelidad.” (52).

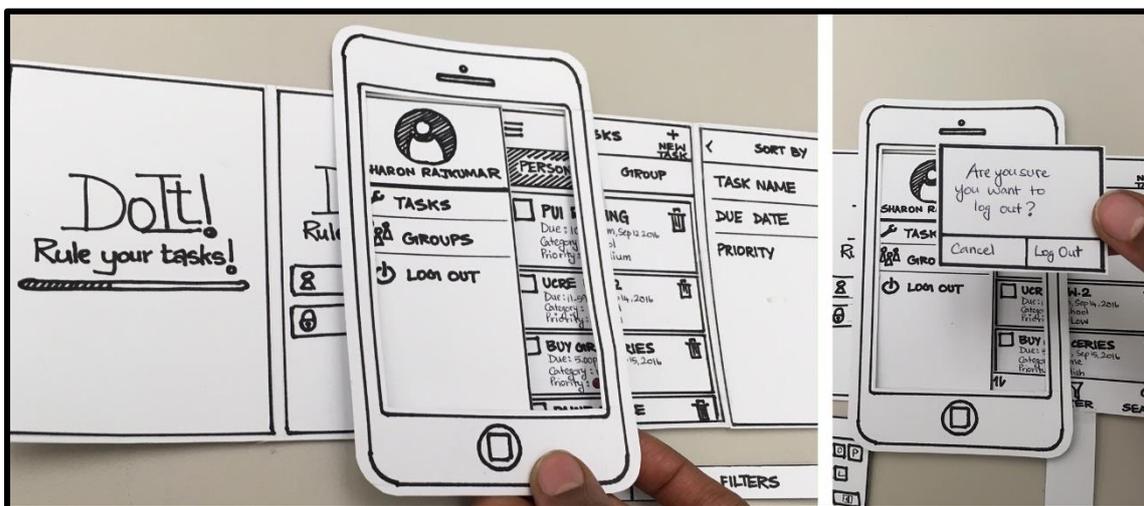


Ilustración 6. Paper Prototyping
Fuente: Sharon Rajkumar

En la imagen se puede apreciar un modelo de paper prototyping, el cual está basado en un sistema de pantallas desplegables para una aplicación responsive de dispositivos móviles, en este caso para un celular.

Se puede apreciar de manera sencilla cómo se puede elaborar el posible funcionamiento de un programa, realizando un prototipo con materiales básicos en papel, para que de este modo se tenga una idea de cómo iniciar a escribir el código en función de lo que se necesitará para que el programa cumpla con las expectativas pautadas del cliente, o la organización, en este caso, para la implementación del mismo en situaciones de riesgo, mejorando de este modo el sistema de mando y

control a distancia, en la gestión de posibles situaciones que puedan provocar accidentes o agravar los incidentes ya ocurridos en un determinado lugar.

A continuación se puede apreciar un modelo elaborado por el autor, de un paper prototyping básico, haciendo uso de programas de diseño básicos, en el cual se simula una vista de una función básica del programa a desarrollar, en donde el sistema combina la realidad física con la virtual, detectando el nivel de temperatura dentro de la infraestructura en incendio, los posibles puntos de derrumbe y la mejor opción a entrada, basado en cálculos de física newtoniana de fuerzas estructurales.

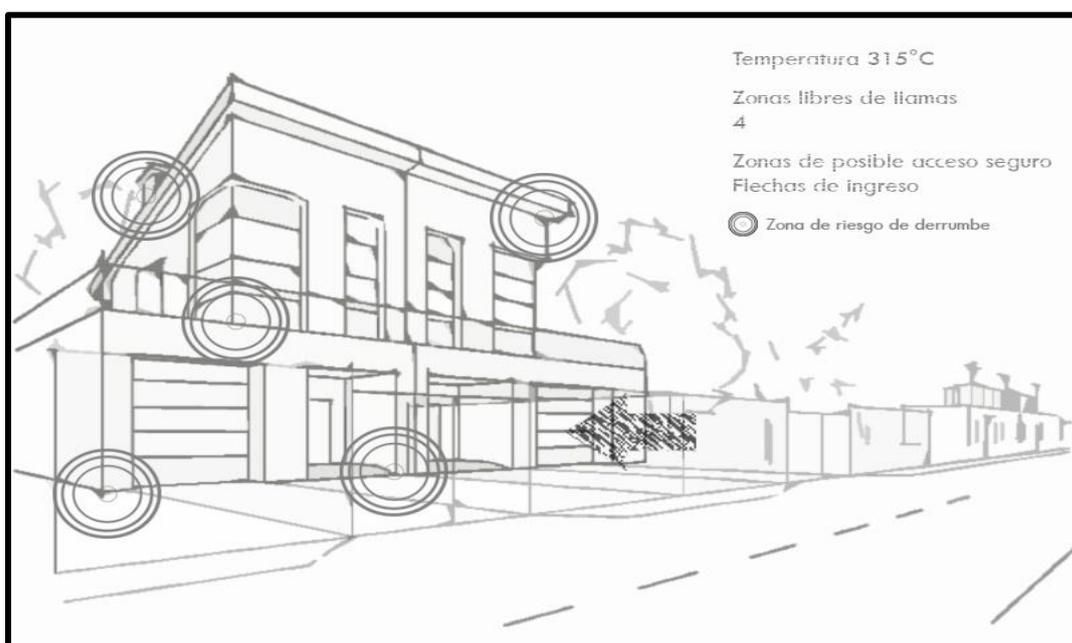


Ilustración 7. Boceto de trabajo
Fuente: Sharon Rajkumar

III.2.2. Boceto de interfaz de usuario primario

Una vez establecido un modelo prototipo en papel empleando los métodos antes mencionados, se procede a realizar una esquematización mucho más específica acerca de las pantallas que estarán presentes en la aplicación del programa, en el caso de la realidad aumentada, las pantallas no serán contenedoras de fondos sólidos, esto, debido a que uno de los puntos principales es que el usuario no pierda contacto con el medio físico real, es por ello que aun cuando se haga referencia a los diferentes menú del sistema como pantallas, se debe tener presente, que en todo momento, estas opciones se desplegarán en modo de lista frente a la vista del usuario, pero sin interferir con su visibilidad al mundo tangible, de tal manera de que sea posible que el operario del headset tenga la posibilidad de actuar en cualquier situación que amerite el uso de su campo de visión natural, mientras que se ejecutan las respuestas del programa, las que, como es de suponerse, serán instantáneas y en tiempo

real, mediante la conexión inalámbrica que se tendrá, no solo con el puesto o central de mando, sino también con la base de datos residente en la nube o en la memoria secundaria, esta última, de preferencia con una gran extensión de bytes.

En esta fase se definirán las pantallas que podrá observar el funcionario mientras se encuentre haciendo uso del headset:

- A. Pantalla de inicio
- B. Pantalla de selección de opciones
- C. Pantalla de visualización
- D. Pantalla de comunicación
- E. Pantalla de base de datos

Pantalla de inicio

En esta pantalla el operario podrá observar todo lo que conlleva el programa, desde un punto de vista generalizado, frente a su campo de visión, aparecerán las opciones correspondientes a las demás pantallas de modo explícito y claro, contando con una fuente y un color de letra fotosensible, en el cual cambiará según el fondo provisto por el medio físico tangible.

En esta pantalla le será posible seleccionar cualquiera de las demás interfaces nombradas con anterioridad para lograr la configuración personalizada, y adaptarla al ambiente en donde se encuentre.

Pantalla de selección de opciones

En la presente interfaz, se desplegarán un número de opciones enmarcadas en la configuración de amabilidad de la misma con el usuario, como, por ejemplo, las acciones y funciones básicas que podrían encontrarse en cualquier teléfono móvil, sin embargo, adaptadas a la pantalla de realidad mixta, de tal modo, y reiterando, que no afecte su percepción del mundo real de manera negativa o perjudicial.

Entre algunas de estas opciones, se encontrarán enlistadas en este menú desplegable el idioma, la intensidad de fuentes holografiadas, iluminación exterior e interior, velocidad de ejecución de comandos, visibilidad de datos relevantes, entre otras opciones, que por supuesto, se adaptarán a las necesidades, tanto del usuario como del momento en el cual se desempeñe el uso del equipo.

Pantalla de visualización

En este submenú, el operario podrá encontrar todo lo tocante a los ángulos de visión y las opciones térmicas para el desplazamiento en caso de baja visibilidad, además también se incluirán opciones

de ángulos de visión en donde el funcionario podrá observar desde diversos posibles puntos de vista el escenario y seleccionar la opción más viable según los cálculos realizados por el programa desarrollado, además contará con la posibilidad de establecer parámetros que le permitan adaptar aún mejor la realidad virtual a la física mediante comandos visuales.

Pantalla de comunicación

En este apartado, se hablará de la interfaz de comunicación con el centro de control, de este modo y con el hardware de entrada visual, se podrá conocer el estado del usuario del headset, además de brindarle apoyo técnico y de inteligencia a través de la distancia, tal como se haría, haciendo uso de un equipo promedio de computo comercial, en una video llamada, se podrá estar en tiempo real con el usuario y compartir el campo de visión que este posee, mediante la conexión a la web, para que así, el equipo encargado de análisis de riesgos, que no posea entrenamiento para estar en el campo, pueda comunicar sus decisiones y mejores opciones a quien si está en el campo operando el sistema.

Pantalla de base de datos

Acá el usuario podrá intercambiar información, offline u online, a través de las diferentes conexiones del headset y las memorias secundarias, sean estas residentes de la web o bien sean físicas en el puesto de control a distancia, fácilmente mediante algoritmos predeterminados e implantados en el software, podrá acceder al sistema y extraer la información necesaria para tomar las decisiones más acertadas en cuanto a la maniobra y la misión asignada.

De este modo, una vez planteadas las diferentes pantallas y submenús que estarán presentes en el programa, se puede iniciar la codificación del mismo, una vez desarrolladas, se procede a realizar las respectivas pruebas de tipo beta de la interfaz, en las cuales se seleccionará un grupo específico de personas, comúnmente, para quienes está destinado el sistema, y de este modo, podrán efectuar las observaciones pertinentes y mejorar de este modo el desarrollo grueso o de código del programa, compartiendo las ideas y los requerimientos que se creen no serán suplidos por las pruebas, y es así como se iniciará el proyecto, haciendo uso de las capacidades de diverso personal, no solamente técnico, sino también, de aquel personal que cuenta con experiencia en el área a tratar.

III.3. Construcción de cuerpo codificado de alto nivel

Una vez ha culminado la fase de prueba de cada uno de los modelos evaluados por el personal capacitado en el área, entonces, se inicia con el desarrollo del código que conformará la columna vertebral del software a usar.

El lenguaje de desarrollo de software de nivel alto tiene una característica especial, y es que se vale de expresiones humanas, y netamente de modo cognitivo para lograr la escritura de los algoritmos, tal como se mencionó en los estudios previos, el headset propuesto, tiene la capacidad de comprender el código de alto nivel, tal es que, se pueden emplear lenguajes de programación variados en este peldaño de dificultad, y sin problemas, serán comprendidos por las máquinas, e interpretados de tal modo que el usuario podrá apreciar el amable resultado frente a sus ojos.

Esto significa, o está muy de la mano a lo que es la teoría abstracta de la comunicación, ya que por más que los seres humanos han implementado métodos para la comunicación e incluso cuentan con un número basto de diccionarios, la comunicación sigue siendo utilizada, empleando el método de abstracción de ideas, en donde la mente humana da sentido lógico y ha hecho que solo la inteligencia biológica hasta ahora puede descifrar, ahora bien, las máquinas, ya están en un nivel de desarrollo en el cual pueden, y tienen la capacidad de comprender el lenguaje de alto nivel humano, tal es que, se pueden crear entornos de programación basados en lenguaje de alto nivel para que de esta manera, el programador cuente con una facilidad mucho mayor a la hora de escribir la estructura principal de cualquier sistema.

III.3.1. Modelo-Vista-Controlador

Para el desarrollo del presente sistema se ha seleccionado el paradigma de Modelo-Vista-Controlador, el cual es una base para la estructura de un programa, en el cual se filtra y desvía la data según sea necesario, y el sector que se encarga de administrar los acontecimientos, también así, la comunicación, por una parte, este método esquematiza los elementos para la transmisión de datos tras la interfaz, mientras que por el otro, se aborda la interacción con el operario del equipo de realidad aumentada.

En este caso, el modelo es la imagen interna de la data con la cual el programa funciona, de modo que se centra en el alma del mismo, por lo que administra las entradas y las salidas autorizadas a toda la información que se almacena dentro de la base de datos del programa en acción, esto significa que el modelo, es el encargado de codificar y gestionar también todo lo referente a las actualizaciones de software y drivers del hardware.

Logrando que de esta manera los privilegios de accesibilidad a la información del sistema se encuentren limitados a un número determinado de personas estrictamente seleccionadas por la organización, sin embargo, aun cuando el modelo sea el que gestione toda la base de datos, es necesario que reciba las ordenes respectivas para que pueda ejecutar, ocultar o mostrar la información solicitada, estas órdenes vienen dadas por uno de los elementos del paradigma seleccionado, el cual es el controlador.

El controlador, es aquel que tiene la tarea de ejecutar la reacción de acuerdo a la acción de las eventualidades presentadas o solicitadas por el usuario, por lo que por medio de este cuerpo del programa se le provee de las ordenes al modelo para que, gracias a sus permisos de acceso a la información, la provea o la bloquee cuando así lo considere el usuario, sin embargo, el controlador no solamente puede enviar comandos al modelo, sino también a la vista que está en constante contacto con el operario del sistema de realidad mixta, es decir que el controlador es aquel que mediante la codificación correspondiente, funge como intermediario entre la vista y el modelo para mantener un equilibrio entre la relación del usuario y la máquina.

En lo referente a la vista, no es más que la interfaz de usuario con la cual el operario siempre está en contacto, y es mediante ésta que se ejecutan las ordenes al controlador para que se las comunique al modelo y se ejecuten las acciones requeridas.

El mecanismo de actuación de esta codificación será la siguiente:

1. “El usuario interactúa con la interfaz de usuario de alguna forma (por ejemplo, el usuario pulsa un botón, enlace, etc.)
2. El controlador recibe (por parte de los objetos de la interfaz-vista) la notificación de la acción solicitada por el usuario. El controlador gestiona el evento que llega, frecuentemente a través de un gestor de eventos (handler) o callback.
3. El controlador accede al modelo, actualizándolo, posiblemente modificándolo de forma adecuada a la acción solicitada por el usuario (por ejemplo, el controlador actualiza el carro de la compra del usuario). Los controladores complejos están a menudo estructurados usando un patrón de comando que encapsula las acciones y simplifica su extensión.
4. El controlador delega a los objetos de la vista la tarea de desplegar la interfaz de usuario. La vista obtiene sus datos del modelo para generar la interfaz apropiada para el usuario donde se refleja los cambios en el modelo (por ejemplo, produce un listado del contenido del carro de la compra). El modelo no debe tener conocimiento directo sobre la vista. Sin embargo, se podría utilizar el patrón Observador para proveer cierta indirección entre el modelo y la vista, permitiendo al modelo notificar a los interesados de cualquier cambio. Un objeto vista puede registrarse con el modelo y esperar a los cambios, pero aun así el modelo en sí mismo sigue sin saber nada de la vista. El controlador no pasa objetos de dominio (el modelo) a la vista, aunque puede dar la orden a la vista para que se actualice. Nota: En algunas implementaciones la vista no tiene acceso directo al modelo, dejando que el controlador envíe los datos del modelo a la vista.
5. La interfaz de usuario espera nuevas interacciones del usuario, comenzando el ciclo nuevamente.” (53).

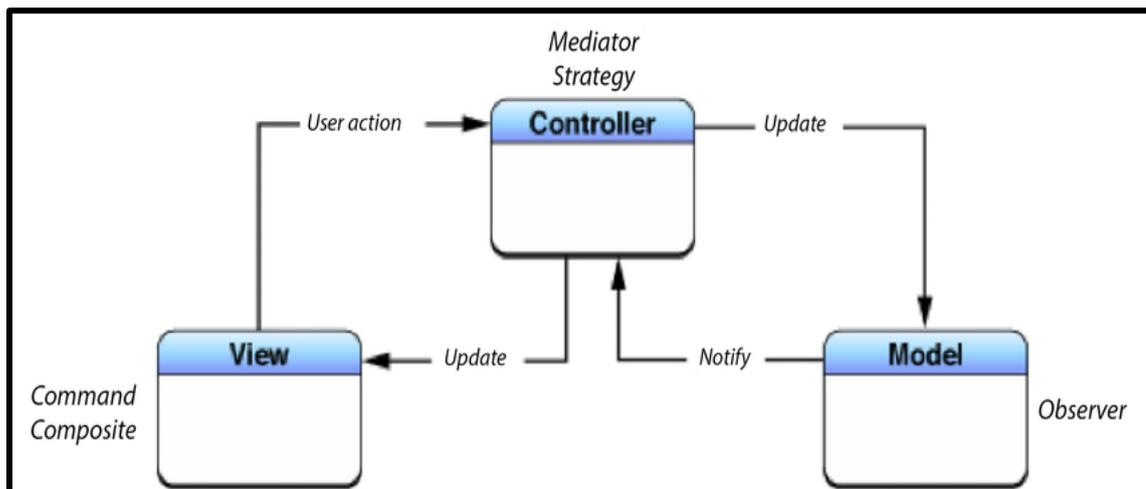


Ilustración 8. Interfaz de usuario
Fuente: Google. Researchgate.net

En el presente gráfico se pueden apreciar las relaciones entre cada uno de los elementos presentes del Modelo Vista Controlador, en donde mediante el flujograma de información se muestra el funcionamiento del software y se puede explicar de un modo visual las funciones intrínsecas de cada uno.

III.4. Control de calidad y testing

Una vez culminadas las fases previas al desarrollo del sistema, se prosigue a pasarle por un control de calidad, para comprender si en realidad el sistema cumplirá con todas las expectativas pautadas, en esta fase, ya el programa se encuentra al cien por ciento codificado, solo resta lanzarle al campo laboral. Estas pruebas ya no están dirigidas a realizar correcciones o posibles mejoras, sino, por el contrario, tienen como objetivo principal verificar que el sistema cuente con un funcionamiento correcto y arroje resultados óptimos, si es posible mejorados con respecto a los esperados, para que así se pueda certificar como un programa viable. Es de comprender, que este tipo de test, se realizan dentro del ámbito empresarial, es decir, que se reserva el derecho de información acerca de los resultados de la misma, ya que, será la prueba final que el software pasará para poder formar parte del mercado o de la organización que le solicita.

IV. CONCLUSIONES

La tecnología de la realidad aumentada es considerada como una herramienta útil para el cuerpo de bomberos en la gestión de emergencia tal como, incendios u otras actividades de riesgo que deban intervenir, por medio de sus funciones permite visualizar detalles, hechos y circunstancias necesarias para salvaguardar tanto la vida de las víctimas como también, asegurar su supervivencia.

La tecnología ha avanzado inexorablemente en los últimos años, la realidad mixta, o realidad aumentada, abre nuevas puertas las cuales permitirán llevar a cabo el control de riesgos como el adiestramiento para posibles siniestros, interactuando entre un mundo completamente virtual y nuestro universo físico, aumentando la capacidad de respuesta a los cálculos necesarios para realizar un gran número de maniobras minimizando de manera eficiente y eficaz los riesgos y peligros del personal que esté haciendo uso del equipo mientras ejecutan el trabajo de rescate, lucha y extinción del fuego, es por ello, que se necesita incorporar esta tecnología dentro de los parámetros de seguridad.

La realidad aumentada hace posible entregar información útil a cualquier localización remota; si el bombero no puede solucionar la situación de riesgo en la que se encuentre, técnicos calificados ubicados en otra localización por medio de los diferentes tipos de conectividad de esta tecnología, puede transmitir información e instrucciones digitales detalladas para actuar ante tal eventualidad, luego, guiarlo rápida y efectivamente a salir de ese lugar, mejorando el desempeño de estas actividades tanto en el ámbito preventivo como para hacer frente a algún hecho que pueda catalogarse como siniestro, de tal modo que disminuya el margen de error y maximice la eficiencia de la misión

Frente a los diferentes equipos y técnicas de realidad aumentada, la tecnología a implementar de mayor operatividad en sistemas de mando y control para gestión de emergencia de los bomberos es el Headset, un dispositivo en el cual el usuario tiene la posibilidad de movilizarse, para efectuar tareas manuales (esenciales para las situaciones de riesgo), además el dispositivo está vinculado directamente al campo visual del bombero acrecentando la efectividad de maniobra y reduciendo el tiempo de acción. Una librería ARToolKit que trabaja con lenguaje de programación C/C++, de manera que tiene la versatilidad de utilizar un rango mucho más amplio de trabajo para el desarrollador en aplicaciones de realidad mixta y Hololens que es un dispositivo estructurado con algoritmos y hardware de la empresa Microsoft, lo que significa que sus aplicaciones predeterminadas vienen escritas en un código completamente compatible.

V. REFERENCIAS

1. Páramo , Otálvaro. Investigación alternativa: por la distinción entre posturas epistemológica y no entre métodos Santiago: Universidad de Chile; 2006.
2. Naranjo E. Seminario estudios de usuario. 2003. Universidad de Antioquía.
3. Jiménez S. La construcción del estado del arte en la formación para la investigación en el posgrado en educación México: UNAM; 2009.
4. Fundación Telefónica. Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo. Primera ed. Madrid: Ariel S.A.; 2011.
5. Catalá J. La imagen complejaÑ al afenomenologia de las imagenes en la era de la cultura visual Barcelona: Bellaterra; 2005.
6. Basogain X, Olabe M, Espinosa K, Rouèche C. Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. 2007. EduMadrid.
7. Cubillo J, Martín S, Gil GC, Colmenar A. Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. 2014; 17(2).
8. Grifantini K. Faster maintenance with augmented reality. MIT Technology Nueva York: Prisma; 2009.
9. Santiago R, Trbaldo S, Kamijo M, Fernández A. Nuevas realidades en el aula: Innovación Edu; 2012.
- 10 M global. Para que sirve la realidad aumentada y la realidad virtual. [Online].; 2018. Available from: <https://mglobalmarketing.es/blog/realidad-aumentada-y-virtual/>.
- 11 Metz R. Cualquiera puede crear aplicaciones de realidad aumentada con lo nuevo de Amazon. [Online].; 2017 [cited 2018 Junio 15. Available from: <https://www.technologyreview.es/s/9822/cualquiera-puede-crear-aplicaciones-de-realidad-virtual-y-aumentada-con-lo-nuevo-de-amazon>.
- 12 Pérez I. Realidad aumentada en la comunicación del siglo XXI: ensayo sobre el conocimiento del mundo en una nueva escla de percepción tecnológica. 2012. Tesis de grado.
- 13 Peña M. Realidad virtual. [Online].; 2018 [cited 2018 Junio 18. Available from: <https://es.digitaltrends.com/realidad-virtual/niantic-futuro-realidad-aumentada/>.
- 14 El País. Esta es la tecnología que matará tu smartphone. Realidad aumentada. 2017 Mayo: p. 1.
- 15 Endsley M. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems Chicago; 2000.
- 16 Guardio M. Percepción y participación. [Online].; 2007 [cited 2018 Junio 20. Available from: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/2622/1/BFLACSO-CS15-03-Dammert.pdf>.
- 17 Melgarejo L. Sobre el concepto de percepción. [Online].; 2004 [cited 2018 Junio 21. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/747/74711353004.pdf>.
- 18 Universidad de Murcia. La percepción. [Online].; 2017 [cited 2018 Junio 22. Available from: <http://www.um.es/>.
- 19 Universidad de Sonora. Proceso de percepción. [Online].; 2015 [cited 2018 Junio 23. Available from: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/12015/capitulo3.pdf>.
- 20 Garcia M. La definición del proceso de percepción. [Online].; 2017 [cited 2018 Junio 24. Available from: <http://www4.ujaen.es/~mrgarcia/Tema1PAM.pdf>.
- 21 Alcaide C. Conciencia situacional: Tribuna libre; 2013.
- 22 Wood P. La conciencia situacional y su impacto en la accidentabilidad. [Online].; 2018 [cited 2018 Junio 24. Available from: <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=40&edi=2&xit=la-conciencia>.
- 23 INDECI. Plan de acciones en gestión del riesgo de desastres priorizadas para el periodo 2015-2016. [Online].; 2010. Available from: <https://www.preventionweb.net/organizations/1058>.

- 24 ONU. Riesgos y desastres. [Online].; 2015 [cited 2018 Junio 17. Available from: <http://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres>.
- 25 UNESCO. Manual de Gestión de Riesgos de Desastre para comunicadores sociales. [Online].; 2011 [cited 2018 Junio 25. Available from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002191/219184s.pdf>.
- 26 Tzu S. El Arte de la Guerra Madrid: Trotta; 2007.
- 27 Cayo J. De Bello Civili Madrid: Gredos; 1995.
- 28 Serra L. Lacus Curtius. [Online].; 2011 [cited 2018 Julio 1. Available from: <http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Frontinus/Strategemata/home.html>.
- 29 Universitat Politècnica Catalunya. Sistemas de Control. [Online].; 2012 [cited 2018 Julio 2. Available from: https://upcommons.upc.edu/discover?filtertype=type&filter_relational_operator>equals&filter=Article.
- 30 Weiner N. Cybernetics - communications and Control in Man and Machine, Massachusetts Institute of Technology (MIT) USA; 1948.
- 31 Mindell D. "Cybernetics: Logic Domains in Engineering Systems", Massachusetts Institute of Technology (MIT) press Massachusetts; 2000.
- 32 Lawson J. "Command and Control as a Process", IEEE Control Systems Magazine USA; 1981.
- 33 Greef T, Arciszewski H. A closed-loop adaptive system for command and control", Lecture Notes on Computer Science, foundation of Augmented Cognition USA: Springer; 2007.
- 34 Hilburn B, Jorna P, E.Byrne , Parasuraman R. The effect of adaptive air traffic control (ATC) decision aiding on controller mental workload Mouloua; 2007.
- 35 Scallen S, Hancock P, Duley J. Pilot performance and preference for short cycles of automation in adaptive function allocation", Applied ergonomics USA: Elsevier Publishing; 1995.
- 36 Bayne J. A Theory of Enterprise Command and Control", IEEE Military Communications USA: Milcom; 2006.
- 37 Boyd J. Patterns of Conflict", presentación realizada a la secretaría de defensa USA USA; 1986.
- 38 UMAI. Gestión de emergencias. [Online].; 2017 [cited 2018 Julio 3. Available from: https://wiki.umaic.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_emergencias.
- 39 ONU. Gestión de desastre y emergencias. [Online].; 2014 [cited 2018 Julio 3. Available from: <http://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/gestion-de-desastres-y-emergencias>.
- 40 Candiani M. El Financiero. [Online].; 2015. Available from: <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/mauricio-candiani/la-toma-de-decisiones-de-la-percepcion-a-la-conciencia-situacional>.
- 41 Gómez EL. Indracompany. [Online]. Available from: <https://www.indracompany.com/es/mando-control>.
- 42 Post para programadores. Post para programadores. [Online].; 2018. Available from: https://postparaprogramadores.com/libro-de-hardware/#Excelente_libro_de_Hardware_en_PDF.
- 43 Significados.com. Significados. [Online].; 2017. Available from: <https://www.significados.com/software/>.
- 44 Microsoft.com. Microsoft. [Online]. Available from: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/windows/apps/dn958432.aspx>.
- 45 muyinteresante.es. Muy Interesante. [Online]. Available from: <https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/icomu-funcionan-los-hologramas>.

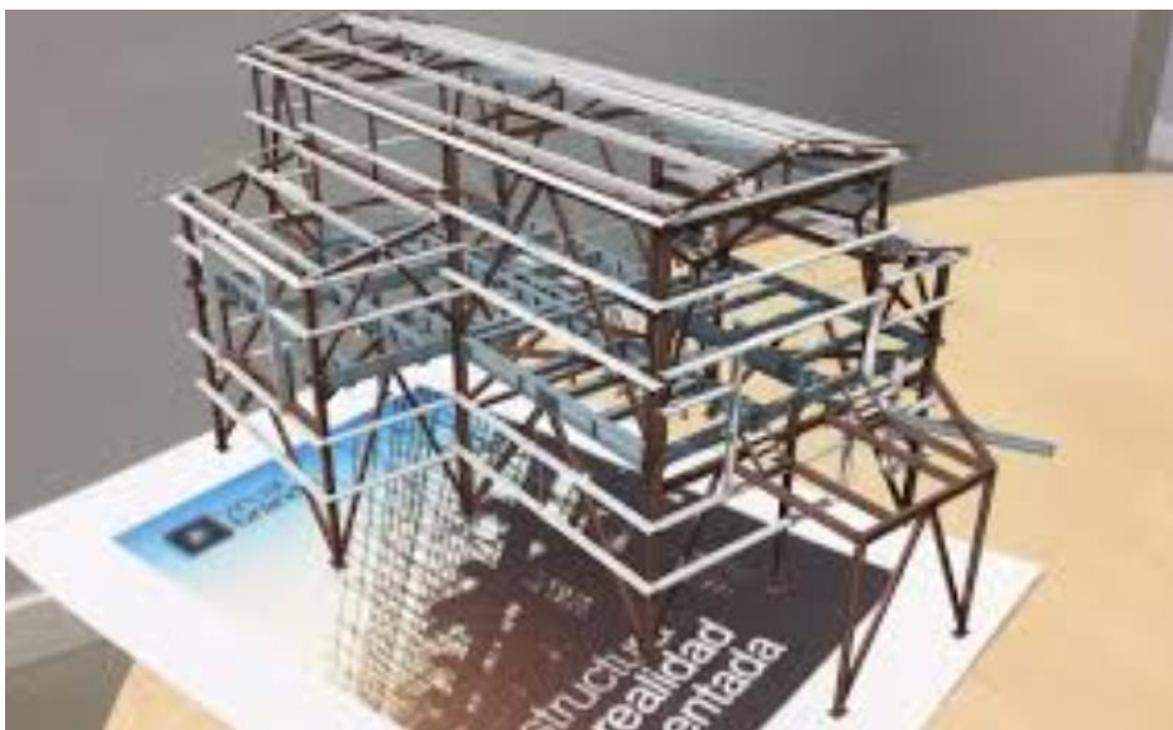
- 46 cmm.net. CMM. [Online].; 2018. Available from: <https://es.ccm.net/contents/304-lenguajes-de-programacion>.
- 47 sistemas.com. Sistemas. [Online].
- 48 Nicole. Platzi. [Online].; 2018. Available from: <https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend/>.
- 49 Mocada JA. NFPA. [Online]. Available from: <http://mail.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/376-documentacion-y-estadisticas-de-incendios>.
- 50 L. Bass PCRK. Software Architecture in Practice: Addison Wesley; 2003.
- 51 KYOCERA. Kyocera.es. [Online].; 2017. Available from: <https://smarterworkspaces.kyocera.es/blog/la-nube-informatica/>.
- 52 Cortés AF. sidar.org. [Online].; 2000. Available from: <https://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/nuevos/Papel.htm>.
- 53 Universidad de Alicante. ua.es. [Online].; 1996-2018. Available from: <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>.

VI. ANEXOS

Anexo 1. (Gafas), equipo de realidad aumentada



Anexo 2. Estructuras de realidad aumentada



Anexo 3. Realidad aumentada en desastres naturales o artificiales



Anexo 4. Accesorios de realidad aumentada

