

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INGENIERIA INFORMÁTICA



**SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA INTELIGENTE PARA LA ALERTA INMEDIATA
ANTE SITUACIONES DE PELIGRO EN EL HOGAR**

Proyecto de Grado Presentado para optar el grado en Ingeniera Informática

Presentado por: Sergio Rodrigo Cárdenas Rivera

Tutor: Jorge Orellana Araoz

COCHABAMBA - BOLIVIA
Diciembre - 2020

Dedicatoria

Dedico este proyecto especialmente a mis padres porque sin su apoyo incondicional no lo hubiera logrado. Su compañía y bendición a lo largo de mi vida me reconforta y me lleva por el camino del bien. Por eso les entrego este trabajo en ofrenda por su paciencia y amor infinito. Los quiero mucho.-

Agradecimientos

Agradezco a la prestigiosa Universidad Mayor de San Simón y a su prestigiosa Facultad de Ciencia y Tecnología, por darme una oportunidad más para poner en práctica lo que he aprendido y desarrollar herramientas útiles para la sociedad. A mi familia, por todo el impulso y apoyo incondicional que me dieron para superar todos los obstáculos que se presentaron en mi vida hasta ahora.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Descripción del Problema	2
1.2.1. Definición del problema	2
1.3. Objetivos del Proyecto	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Justificación	3
1.5. Alcances y límites	3
2. Marco Teórico	5
2.1. Sistema de video vigilancia	5
2.2. Arquitectura de red	7
2.2.1. Protocolos	8
2.2.2. Modelo cliente-servidor	10
2.2.3. HTTP	12
2.3. Inteligencia Artificial	13
2.3.1. Redes Neuronales	14
2.4. Machine Learning (Aprendizaje de Máquina)	16
2.4.1. Métodos de Machine Learning	17
2.5. Deep Learning (Aprendizaje profundo)	18
2.6. Técnicas de visión por computadora	18
2.6.1. Aplicaciones	18
2.6.2. Librerías	19
2.7. Streaming	20
2.7.1. Servidor web para Streaming de Audio y Video	20
2.8. Lenguaje de Programación	23
2.9. Metodología de desarrollo	24
2.9.1. Modelo Cascada (Waterfall)	24
3. Seguridad en el hogar	27

3.1.	Introducción	27
3.2.	Ausencia en el hogar	27
3.2.1.	Ausencias cotidianas	28
3.2.2.	Ausencias de termino medio	28
3.2.3.	Ausencias prolongadas	28
3.3.	Situaciones de riesgo	29
3.3.1.	Presencia de intrusos	29
3.3.2.	Fuego y humo	29
3.4.	Sistemas de seguridad	30
3.4.1.	Alarmas	30
3.4.2.	Sensores	31
3.4.3.	Cámaras	31
4.	Inicialización	33
4.1.	Identificación de Requerimientos	33
4.1.1.	Requerimientos del sistema	33
4.1.2.	Requerimientos del software	36
4.2.	Análisis	36
4.3.	Diseño de Módulos	36
4.4.	Identificación de Subsistemas	38
4.5.	Comunicación de Sistemas	39
4.5.1.	Sockets	39
4.6.	Planificación	39
5.	Implementación	41
5.1.	Módulo de Cámara	41
5.1.1.	Diseño de clases	41
5.1.2.	Diseño de interfaz de simulador	41
5.1.3.	Captura de video	41
5.1.4.	Conexión a Servidor TCP	41
5.1.5.	Comunicacion y envío de fotogramas	41
5.2.	Módulo de Servidor TCP	41
5.2.1.	Diseño de clases	41
5.2.2.	Manejador de conectores de clientes	41
5.2.3.	Streamming HLS	41
5.2.4.	Detectores	41
5.3.	Servidor HTTP	41
5.4.	Modulo de envío de correo electrónico	41
6.	Pruebas	45
6.1.	Pruebas de integracion	45
6.2.	Prueba de transmision	45
6.3.	Prueba de transmision en vivo	45
7.	Conclusiones	47

Referencias	49
Anexos	52
Anexo A: Manual de instalacion de la camara	55
Anexo B: Instalación del servidor	57
Anexo C: Instalación de la aplicación	59

Índice de figuras

2.1. Componentes de una sistema de video-vigilancia.	5
2.2. Proyección del mercado de la video-vigilancia.	6
2.3. Esquema de capas del modelo OSI.	7
2.4. Modelo TCP/IP frente al modelo OSI.	8
2.5. Ilustración del Modelo cliente-servidor	10
2.6. Solicitud de conexión por medio de un socket	11
2.7. Conexión establecida entre sockets	11
2.8. Flujo de interacción entre servidor y cliente TCP.	11
2.9. Interacción del protocolo HTTP.	12
2.10. Diagrama de la Inteligencia Artificial.	13
2.11. Ilustración de una Neurona artificial	14
2.12. Modelo de capas de una red neuronal.	14
2.13. Ilustración de una Red Neuronal Convolucional.	15
2.14. Movimiento del Kernel.	16
2.15. Diferencias entre programación clásica y M.L.	17
2.16. Logotipo de la libreria Fuente: Web	19
2.17. Streaming en un servidor web.	20
2.18. Streaming en un servidor web.	21
2.19. Http Live Streaming.	23
2.20. Dinamyc Adaptative Streamming Over Http.	23
2.21. Logo del lenguaje de programación Python.	24
2.22. Modelo Cascada	25
2.23. Modelo Cascada: Relación iterativa entre las fases sucesivas.	26
3.1. Ilustración ejemplo de un intruso.	28
3.2. Ilustración ejemplo de un ladrón	29
3.3. Ilustración ejemplo de fuego en interiores.	29
3.4. Ilustración de la presencia de fuego y humo en una habitación cerrada.	30
3.5. Ilustración de alarmas con sonido.	30
3.6. Ilustración de detector de humo.	31
3.7. Ilustración de diversas cámaras de seguridad.	31
3.8. Cámara de vigilancia de interiores.	31
4.1. Diagrama de Gannt.	34
4.2. Interfaz de la camara desarrollada.	34

4.3. Diagrama de Gannt.	35
4.4. Diagrama de Gannt.	35
4.5. Ejecución del servidor TCP.	36
4.6. Ilustración de un ladrón	38
4.7. Ilustración de un ladrón	39

Índice de tablas

4.1. Lista de requerimientos	33
4.2. Tabla de planificación de las diferentes fases del modelo Cascada	34
4.3. Detalle de las pruebas realizadas	36
4.4. Detalle de las pruebas realizadas	37
4.5. Detalle de las pruebas realizadas	37
4.6. Detalle de las pruebas realizadas	38
5.1. Titulo de tabla multipágina	42

Capítulo 1

Introducción

El término “Seguridad” es usado para referir a la ausencia de riesgo o a la confianza explícita en algo o alguien; pero este panorama toma diversos sentidos según el campo en el que se enfoca la seguridad. Aunque el objetivo consista en reducir el riesgo a niveles aceptables, el mismo es inherente a cualquier actividad o situación y en ninguna circunstancia puede ser eliminado.

Desde la aparición del hombre sobre la faz de la tierra, siempre prevaleció el instinto de supervivencia, donde surge la necesidad de obtener y/o brindar seguridad ante cualquier peligro que ponga en riesgo la integridad física propia y la de sus seres más cercanos. Cuando las primeras sociedades se formaron, una de las principales tareas del estado fue administrar justicia y brindar seguridad.

En el ámbito de la seguridad, la video-vigilancia se define como el acto de observar una escena o escenas en busca de comportamientos específicos que podrían ser anormales o podrían indicar una posible emergencia o existencia de un comportamiento impropio (Norman, 2017). Los sistemas de video-vigilancia en la actualidad, se han convertido en una herramienta esencial de la seguridad para mantener “observado/vigilado” un espacio muy importante para quien requiere el sistema; donde el mismo está compuesto por un conjunto de cámaras, monitores y grabadoras los cuales forman parte esencial del sistema. Estos sistemas pueden ser instalados tanto en interiores como en exteriores de una propiedad o establecimiento, especialmente en lugares donde se desea mantener una vigilancia constante.

Gracias a la tecnología actual se ha podido automatizar la mayoría de las tareas que los humanos realizan y el campo de la video-vigilancia no ha sido la excepción. Con los continuos avances tecnológicos cada vez se desarrollan sistemas más completos y avanzados, permitiendo incrementar su eficacia y confiabilidad; por ejemplo la capacidad de poder vigilar en la oscuridad gracias a la tecnología de visión nocturna. Pero el campo más fascinante dentro de estos avances es el de la Inteligencia Artificial y específicamente la rama de la “Visión por Computadora”. Gracias a las técnicas utilizadas en este campo de investigación, una computadora con el apoyo de algoritmos específicos y clasificadores, tiene la capacidad de identificar objetos, siluetas y/o elementos dentro de una escena captada por una cámara.

Estas nuevas características pueden ser explotadas en un sin fin de actividades diarias donde es necesaria la supervisión de una persona, permitiendo aún más la automatización de tareas de

vigilancia. El problema a afrontar a partir de este escenario es evaluar si lo que esta siendo identificado en una escena representa un peligro para las personas.

1.1. Antecedentes

En la actualidad es común que empresas e instituciones tengan instalados sistemas de seguridad en sus ambientes como ser: oficinas, sitios de producción, almacenes, entradas, recepción, etc. pero realmente no solo las empresas tienen algún riesgo de situación de peligro o robo, si no también las personas en sus respectivos hogares.

Con el continuo crecimiento del mercado de la seguridad, el precio de los equipos de video-vigilancia tendieron a decrecer pero aun no son accesibles para todo el mundo. Este hecho asociado con el incremento de la inseguridad independientemente de cada país, promueve los siguientes escenarios: un incremento en el uso de sistemas de video-vigilancia, sistemas con varias cámaras funcionando al mismo tiempo siendo monitoreadas solo por un usuario el cual no esta disponible todo el tiempo y la ausencia de características avanzadas de reconocimiento de escenas en sistemas de video-vigilancia convencionales.

1.2. Descripción del Problema

Cuando el responsable de una casa esta ausente y nadie esta vigilando su hogar, la posibilidad de acontecer una situación anormal siempre esta presente. Si en el peor de los casos llegase a ocurrir algo en su hogar, esta persona solo se llega a enterarse si algún vecino se comunica con él para avisarle lo sucedido o en el peor de los casos, enterarse directamente a su regreso. Un sistema de video-vigilancia con las características de identificar movimiento y situaciones de peligro como ser: presencia de intrusos, fuego y humo, puede reducir el daño causado por los sucesos antes descritos por medio de la acción inmediata por parte del usuario en el momento de ser notificado, apoyado por la visualización en tiempo real de lo que estan captando las cámaras.

1.2.1. Definición del problema

Dificultad para advertir de forma inmediata situaciones de peligro en el hogar.

1.3. Objetivos del Proyecto

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo General

Facilitar la alerta inmediata ante situaciones de peligro en el hogar por medio de un sistema de video-vigilancia inteligente.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Describir todos los factores que implican el proceso de transmisión de datos por la red.

2. Especificar el proceso de análisis y procesamiento de imágenes con inteligencia artificial.
3. Proveer una red neuronal para el reconocimiento y análisis de video.
4. Identificar las partes que conforman el proceso de transmisión de video.
5. Describir medios para la interacción entre la transmisión y el análisis de imágenes.
6. Proveer el medio de acceso y notificación entre el sistema y el usuario.

1.4. Justificación

El riesgo de que un suceso ponga en peligro la integridad física y material de las personas esta presente cada día y en cualquier lugar. A pesar de que esta posibilidad es imposible de eliminar, se pueden crear mecanismos que contrarresten el impacto que ocasionan dichos sucesos en los sitios que se quieren evitar. Algunas situaciones más comunes que pueden representar un peligro a la integridad física y/o material del hogar son: la presencia de intrusos en ausencia del responsable en el hogar y la presencia de fuego y/o humo en el interior y/o exterior del hogar.

Los sistemas de video-vigilancia permiten la visualización en tiempo real de lo que las cámaras estan captando, pero es necesario una persona que ejecute la acción constante de revisar dicha transmisión para identificar y alertar sobre algunas situaciones que según su criterio pueden llegar a ser peligrosas. Si la cantidad de cámaras es considerable, la eficacia del operador del sistema disminuye al tener que revisar la transmisión de varias cámaras.

Con el aprovechamiento de la tecnología actual se plantea la implementación de un prototipo para un sistema de video-vigilancia inteligente que permita retransmitir de manera remota los fotogramas captados por las cámaras, con la característica de alertar al usuario sobre los sucesos antes descritos una vez que se identifican por medio de técnicas de visión por computadora y redes neuronales, para la acción inmediata del usuario con el fin de disminuir su impacto.

1.5. Alcances y límites

- La transmisión de fotogramas será implementado tanto para su ejecución en un ambiente local, como en línea.
- La notificación del evento identificado se realizará por medio de correo electrónico.
- La visualización en vivo del registro de la cámara se realizará por medio de un reproductor web de video con la capacidad de reproducir video en vivo HLS (HTTP Live Streaming).
- Se implementará la detección de: movimiento, silueta humana, fuego y humo.
- Los fotogramas capturados serán analizados por medio de técnicas de visión artificial y redes neuronales.
- La transmisión de video en tiempo real se realizará por medio de un servidor web que implementa software libre en el streaming de video.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. Sistema de video vigilancia

El término “video-vigilancia” es usado para hacer referencia al despliegue de cámaras de vídeo que cumplen el rol de videofilmadoras, las cuales guardan el contenido recolectado en un almacén digital y puede ser visualizado en un monitor central (Wikipedia, 2020). Por lo tanto, un sistema de video-vigilancia consiste en una instalación de seguridad cuya finalidad es el control y supervisión visual en tiempo real de instalaciones locales y remotas, mediante el uso de múltiples cámaras de vigilancia, así como de sistemas de visualización, grabación y archivo. Estos sistemas ayudan a proteger a las personas, bienes y recursos, manteniendo una alerta activa con un gran efecto disuasorio.

El sistema llega a capturar imágenes y vídeos, que pueden ser comprimidos, almacenados, o enviados por una red de comunicación y pueden ser instalados en cualquier ambiente. En la figura 2.1 se visualiza el conjunto de elementos que forman un sistema de video-vigilancia. Este sistema compone de un conjunto de cámaras que estan conectadas directamente a un grabador de video en red o N.V.R. (Network Video Recorder), el cual permite la visualización de las imágenes captadas por las cámaras en un monitor local y por medio de una conexión a internet, permite su visualización en dispositivos externos a la red local.



Figura 2.1: Componentes de una sistema de video-vigilancia.

Fuente: (Solintel, 2018)

Existe una amplia oportunidad para el mercado de la video-vigilancia en todas las regiones del mundo especialmente en Asia y la región del Pacífico, debido a la apertura de pequeños negocios y la construcción de áreas residenciales como también ciudades “inteligentes” (MarketsAndMarkets, 2020). El mercado creciente de la vigilancia ha permitido que desarrolladores independientes y

fabricantes diseñen nuevas implementaciones de sistemas de video-vigilancia, los cuales aplican nuevas características realizables gracias a la tecnología actual.

En la figura 2.2 se muestra como el mercado global de la video-vigilancia tuvo un valor de 42.9 billones de dólares en el 2019 y esta proyectado alcanzar a los 69.1 billones de dólares hasta el 2026; cuyo incremento registra una tasa de crecimiento anual compuesto del 10 % desde el 2020 al 2026. (MarketsAndMarkets, 2020)



Figura 2.2: Proyección del mercado de la video-vigilancia.

Fuente: (MarketsAndMarkets, 2020)

El aspecto más relevante del crecimiento en las oportunidades de este campo, se da en la implementación de nuevas características en este tipo de sistemas; gracias a las técnicas de visión por computadora e inteligencia artificial (I.A.), a la escalabilidad gracias al uso de servicios basados en la nube. Las ramas afines a la inteligencia artificial, como el Machine Learning (Aprendizaje Automático) y el Deep Learning (Aprendizaje profundo) han permitido lograr grandes avances en el campo de la video-vigilancia.

Para el desarrollo del prototipo propuesto se implementan los siguientes componentes que forman parte del sistema:

- Visualizador de fotogramas.(Simulador de cámara)
- Servidor TCP (Servicio que aplica el protocolo TCP/IP)
- Servidor HTTP (Servicio que aplica el protocolo de la Web)
- Módulo SMTP (Módulo de envío de correo electrónico)

Para la implementación del prototipo propuesto, es necesario describir el marco teórico relevante en la captura de fotogramas de video, transmisión de datos por medio de la red por el protocolo tcp/ip, reconstrucción de información, consolidación y procesamiento de imágenes, como también la transmisión de video en vivo. A continuación se detallan los conceptos teóricos relevantes anteriormente descritos.

2.2. Arquitectura de red

Una arquitectura de red es un esquema completo de comunicación entre computadoras, el cual provee: un esquema de trabajo, un diseño principal, la construcción y manejo de una red. (Technologies Javvin, 2004, 1). La arquitectura de red más importante es la de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), desarrollada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

La arquitectura OSI, es un estándar abierto para la comunicación en red a través de diferentes equipos y aplicaciones. Aunque no está ampliamente implementado, el modelo de 7 capas OSI es considerado el modelo de arquitectura de red principal para la intercomputación y comunicación entre redes. En la figura 2.3 se puede apreciar el modelo OSI de 7 capas, detallando a continuación las siguientes capas:

1. Capa física (Physical)
2. Capa de enlace (Data Link)
3. Capa de red (Network)
4. Capa de transporte (Transport)
5. Capa de sesión (Session)
6. Capa de presentación (Presentation)
7. Capa de aplicación (Aplication)

Este modelo se organiza de la siguiente manera: las capas 7 a 4 se ocupan de las comunicaciones de extremo a extremo entre la fuente de datos y destinos, mientras que las capas 3 a 1 se ocupan de las comunicaciones entre los dispositivos de red. Por otro lado, las siete capas del modelo OSI pueden dividirse en dos grupos: **capas superiores** (capas 7, 6 y 5) y **capas inferiores** (capas 4, 3, 2, 1).

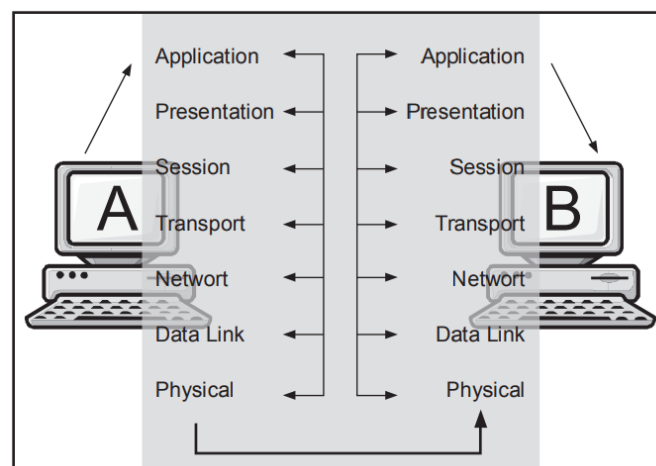


Figura 2.3: Esquema de capas del modelo OSI.

Fuente: (Technologies Javvin, 2004, 3)

Su contraparte en las arquitecturas de red del modelo OSI, es el modelo TCP/IP, que no sigue exactamente el modelo OSI. Desafortunadamente, no existe un acuerdo universal sobre cómo describir TCP/IP con un modelo en capas. Generalmente se acepta que TCP/IP tiene menos niveles (de tres a cinco capas) que las siete capas del modelo OSI. En la figura 2.4 se visualiza las capas que se adoptan en esta arquitectura.

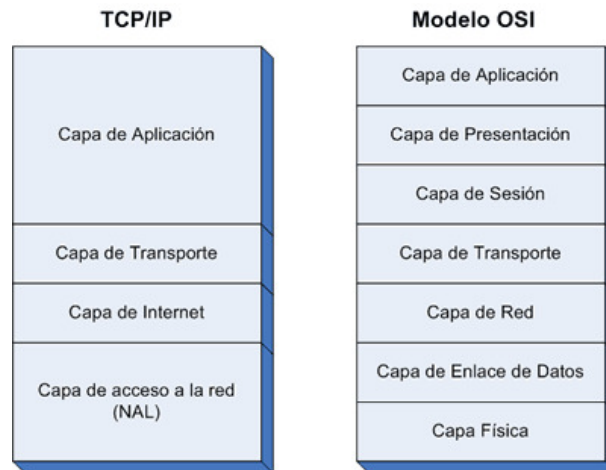


Figura 2.4: Modelo TCP/IP frente al modelo OSI.

Fuente: (Garza, 2013)

La arquitectura TCP/IP omite algunas características que se encuentran en el modelo OSI, combina las características de algunas capas OSI adyacentes y separa otras capas. La estructura de 4 capas de TCP/IP (capa de aplicación, transporte, internet y acceso a la red) se construye a medida que la información se transmite de la capa de aplicación a la capa de red física.

Cuando los datos son enviados, cada capa trata la información que recibe de la capa superior como datos y agrega información de control (encabezado) al frente de esos datos y luego los pasa a la capa inferior. Cuando se reciben los datos, se lleva a cabo el procedimiento opuesto ya que cada capa procesa y elimina su encabezado antes de pasar los datos a la capa superior.

2.2.1. Protocolos

El modelo OSI, y cualquier otro modelo de comunicación de red, proporciona solo un esquema conceptual para la comunicación entre computadoras, pero el modelo en sí mismo no proporciona métodos específicos de comunicación (Wikipedia, 1994). La comunicación real está definida por varios protocolos de comunicación.

En el contexto de la comunicación de datos, un protocolo es un conjunto formal de reglas, convenciones y estructuras de datos que determinan cómo las computadoras y otros dispositivos de red intercambian información a través de una red. Este método estándar permite la comunicación entre procesos (que potencialmente se ejecutan en diferentes equipos) y agrega un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red.

Similar a la manera de hablar el mismo lenguaje entre dos personas; un protocolo, simplifica la

comunicación entre dispositivos. La arquitectura de red proporciona solo un esquema conceptual para la comunicación. El modelo no proporciona métodos específicos de comunicación, sino mas bien, la comunicación real está definida por varios protocolos de comunicación que son usados en la comunicación analógica y digital, y pueden ser usados en el procesos de transferencia de archivos y acceso a internet.

Los protocolos de comunicación en red más populares, incluyen:

- **Automatización:** Automatizan diferentes procesos tanto en entornos comerciales como personales: en edificios inteligentes, tecnología en la nube o vehículos autónomos.
- **Mensajería Instantánea:** La comunicación basada en texto, en teléfonos inteligentes y computadoras suceden debido a una serie de diferentes protocolos de mensajería instantánea.
- **Enrutamiento:** Protocolos de enrutamiento permiten la comunicación entre routers y otros dispositivos de red.
- **Transferencia de archivos:** Envío de archivos por medio de un canal de comunicación.
- **Acceso a Internet:** El protocolo de Internet (IP) permite que los datos sean enviados entre dispositivos por medio de la red de internet.

A continuación se detallan algunos de los protocolos más conocidos:

- **HTTP - Protocolo de transferencia de hipertexto:** Este protocolo de internet define la manera en la que los datos son enviados por internet y determina como los navegadores web y buscadores deben responder a determinados comandos.
- **SSH - Secure Socket Shell:** Este protocolo provee un acceso seguro al dispositivo, incluso si se encuentra en una red no segura. SSH es particularmente usado por administradores de red quienes manejan diferentes sistemas de manera remota.
- **SMS - Servicio de envío de mensajes cortos:** Este protocolo ha sido creado para enviar y recibir mensajes de texto sobre redes de telefonía celular. SMS refiere exclusivamente a mensajes basados en texto. Las imágenes, videos u otro contenido multimedia requiere el protocolo de Servicio de mensajería multimedia (MMS), que es una extensión del protocolo SMS.
- **ICMP - Protocolo de control de mensajes de Internet:** Trabaja como asistente del protocolo de Internet y se encarga de identificar fallos en la información y enviar mensajes de error hacia el usuario o servidor. Por ejemplo, si una dirección de este no está disponible o si una solicitud presenta fallas.
- **SMTP - Protocolo de transferencia de correo simple:** Este se encarga del intercambio de datos por texto en mensajes de correo electrónico entre ordenadores por medio de la red.

2.2.2. Modelo cliente-servidor

El modelo cliente-servidor es una estructura de aplicación distribuida que divide tareas o cargas de trabajo entre los proveedores de un recurso o servicio, denominados servidores, y los solicitantes del servicio, denominados clientes (Wikipedia, 2022). A menudo, los clientes y los servidores se comunican a través de una red informática en hardware independiente, pero tanto el cliente como el servidor pueden residir en el mismo sistema.

Un servidor ejecuta uno o más programas de servidor, que comparten sus recursos con los clientes. Un cliente normalmente no comparte ninguno de sus recursos, pero solicita contenido o servicio de un servidor. En la figura 2.5 se aprecia un diagrama que representa el modelo cliente-servidor, donde los clientes acceden al servicio del servidor por medio de la misma red de internet.

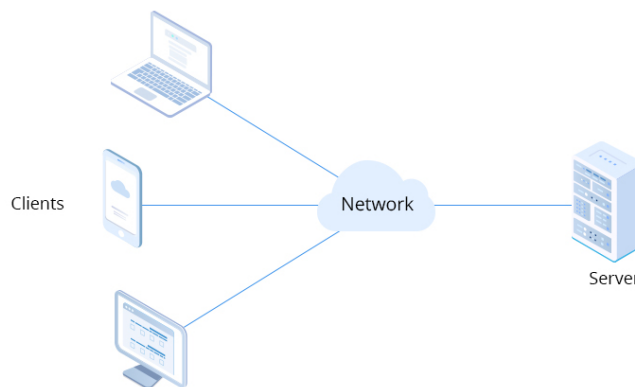


Figura 2.5: Ilustración del Modelo cliente-servidor

Fuente: (Howard, 2022)

Por lo tanto los clientes, inician sesiones de comunicación con los servidores, que esperan las solicitudes entrantes. Para mencionar algunos ejemplos de aplicaciones informáticas que utilizan este modelo cliente-servidor son el correo electrónico, la impresión en red y la World Wide Web (Internet).

La comunicación entre el cliente y el servidor se realiza por medio de una conexión o enchufe “socket” el cual define la dirección y puerto por la cual va a ser enviada y/o recibida la información entre ambos actores. En la figura 2.6 se visualiza la forma en la que se realiza la conexión entre el lado del cliente y el servidor por medio de un conector o “socket”. En el lado del cliente: este conoce el nombre de host de la máquina en la que se ejecuta el servidor y el número de puerto en el que escucha el servidor.

Para realizar una solicitud de conexión, el cliente intenta conectarse con el servidor en la máquina y el puerto del servidor, además el cliente también necesita identificarse ante el servidor, para vincularse a un número de puerto local que se utiliza durante esa conexión. Normalmente lo asigna el sistema.

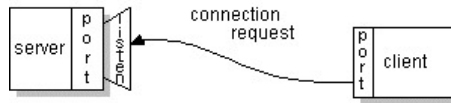


Figura 2.6: Solicitud de conexión por medio de un socket
Fuente: (Oracle, 2015)

Si el proceso tiene éxito, el servidor acepta la conexión. Tras la aceptación, el servidor obtiene un nuevo “socket” o conector vinculado al mismo puerto local como también tiene su punto final remoto establecido en la dirección y el puerto del cliente. En la figura 2.7 se visualiza el comportamiento del socket después de la aceptación a la petición de conexión del cliente; ya que después establecida la conexión, el servidor necesita un nuevo socket para continuar escuchando las nuevas solicitudes de conexión mientras atiende las necesidades del cliente conectado.



Figura 2.7: Conexión establecida entre sockets
Fuente: (Oracle, 2015)

El flujo general de interacción es como sigue: el servidor TCP establece un conector en una determinada dirección y puerto, y se mantiene escuchando constantemente si algún conector cliente (que conoce la dirección y puerto del servidor) solicita una conexión, una vez que el servidor acepta la conexión, se brinda un nuevo puerto diferente de manera automática para comunicarse exclusivamente con ese cliente y mantiene el puerto original a la escucha de nuevos clientes, como se ve en la figura 2.8. Una vez que esta conexión es establecida, tanto como el cliente y el servidor pueden enviar y recibir datos. Cuando el cliente decide cerrar la conexión, el servidor pone de nuevo el puerto utilizado anteriormente como disponible.

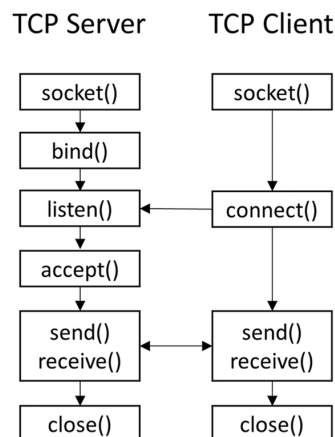


Figura 2.8: Flujo de interacción entre servidor y cliente TCP.
Fuente: (Gama et al., 2021)

A continuación se detalla los métodos que se muestran en la figura 2.8:

- `socket()`: Crea un punto final para la comunicación en el servidor.
- `bind()`: Asigna un número único al socket y reservar una combinación única de dirección IP y puerto para el socket creado.
- `listen()`: Espera a que un cliente se conecte.
- `accept()`: Recibe una solicitud de conexión de un socket de cliente.
- `connect()`: El cliente y el servidor están conectados entre sí.
- `send()/recieve()`: Intercambian datos entre el cliente y el servidor
- `close()`: El servidor y el cliente cortan la conexión.

Los clientes y servidores intercambian mensajes en un patrón de mensajería de solicitud-respuesta. Para comunicarse, las computadoras deben tener un lenguaje común y deben seguir reglas para que tanto el cliente como el servidor sepan qué esperar. El idioma y las reglas de comunicación se definen en un protocolo de comunicaciones. Todos los protocolos operan en la capa de aplicación.

2.2.3. HTTP

El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) es el más utilizado en Internet. Se usa en cada transacción de la Web (www) y permite la transferencia de archivos (principalmente, en formato HTML) entre un navegador (el cliente) y un servidor web. HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse. Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema "Petición - Respuesta" entre un cliente y un servidor. En la figura 2.9 se aprecia la interacción entre un cliente y un servidor web.

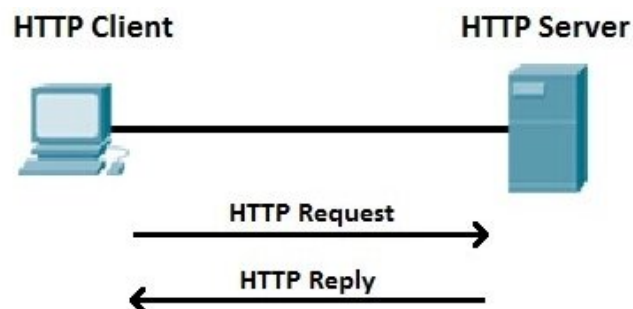


Figura 2.9: Interacción del protocolo HTTP.

Fuente: (CCNA-Certification, 2022)

El protocolo tiene las siguientes partes:

- El cliente que efectúa la petición (un navegador o un spider) es denominado "user agent" (agente del usuario).

- La información transmitida es llamada “recurso” y es identificada mediante una cadena de caracteres denominada dirección URL.
- Los recursos pueden ser archivos, el resultado de la ejecución de un programa, una consulta a una base de datos, la traducción automática de un documento, etc.

2.3. Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (I.A.), como área de estudio de las ciencias de la computación, en los últimos tiempos dejó de estar reservada para la investigación y ha formado parte del desarrollo de la sociedad.

El cerebro es el órgano más increíble del cuerpo humano; establece la forma en la que percibimos las imágenes, sonido, olores, sabores y el tacto; por lo tanto permite al ser humano almacenar recuerdos, experimentar emociones e incluso soñar. Sin él, el ser humano sería un organismo primitivo, incapaz de otra cosa que el más simple de los reflejos. Por lo tanto el cerebro es lo que hace inteligente al ser humano (Lopez, 2017).

Durante décadas se ha investigado para construir máquinas inteligentes con cerebros como el del ser humano; asistentes robotizados para limpiar los hogares, coches que se conducen por solos, microscopios que detecten enfermedades automáticamente. Pero en la construcción de estas máquinas artificialmente inteligentes se presentan problemas computacionales complejos; problemas que el cerebro humano puede resolver en una fracción de segundos. Las formas de analizar y resolver este tipo de problemas, son estudiados por la inteligencia artificial.

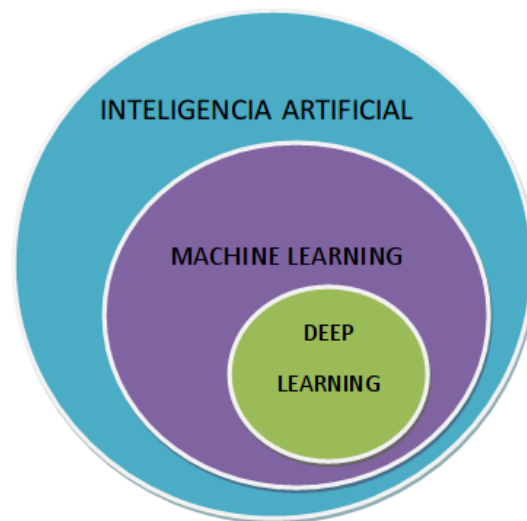


Figura 2.10: Diagrama de la Inteligencia Artificial.

Fuente: (Tejada, 2019)

A menudo los términos Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático (Machine Learning) y Aprendizaje Profundo (Deep Learning) son usados de manera indistinta, pero se debe tener en cuenta su significado diferente. Por los años '80 la Inteligencia Artificial era una característica que

se alcanzaba al definir un conjunto de reglas que decían que hacer en un determinado momento, de esta manera un sistema ‘inteligente’ solo obedecía reglas de acción programadas (Banda, 2017). En la figura 2.10 se ilustra como la Inteligencia Artificial engloba a sus subcampos de estudio como ser el Machine Learning y el Deep Learning.

2.3.1. Redes Neuronales

Las redes neuronales artificiales son un modelo inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. Está formado por un conjunto de nodos conocidos como neuronas artificiales que están conectadas y transmiten señales entre sí. Estas señales se transmiten desde la entrada hasta generar una salida. En la figura 2.15 se aprecia la estructura propia de una neurona artificial.

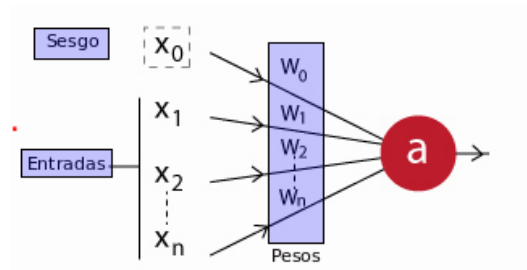


Figura 2.11: Ilustración de una Neurona artificial
Fuente: (Lopez, 2016)

El objetivo principal de un modelo neuronal, es aprender modificándose automáticamente a si mismo, llegando a realizar tareas complejas que no podrían ser realizadas mediante la clásica programación basada en reglas. De esta forma se pueden automatizar funciones que al principio solo podrían ser realizadas por personas. Con su semejanza al del cerebro humano, las redes reciben una serie de valores de entrada y cada una de estas entradas llega a un nodo llamado neurona.

Las neuronas de la red están a su vez agrupadas en capas que forman la red neuronal. Cada una de las neuronas de la red posee a su vez un peso, un valor numérico, con el que modifica la entrada recibida. Los nuevos valores obtenidos salen de las neuronas y continúan su camino por la red. Este funcionamiento puede observarse de forma esquemática en la figura 2.12.

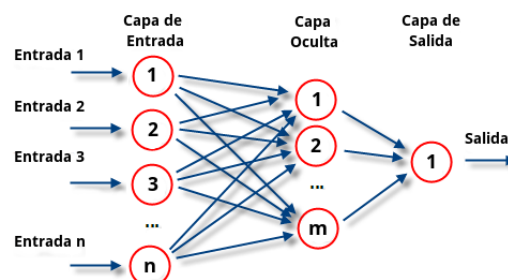


Figura 2.12: Modelo de capas de una red neuronal.
Fuente: (Wikipedia, 2012)

Una vez que se alcanza el final de la red se obtiene una salida que será la predicción calculada por la red. Cuantas más capas posea la red y más compleja sea, también serán mas complejas las funciones que pueda realizar. Para conseguir que una red neuronal realice las funciones deseadas, es necesario **entrenarla**.

El entrenamiento de una red neuronal se realiza modificando los pesos de sus neuronas para que consiga extraer los resultados deseados. Para ello lo que se hace es introducir datos de entrenamiento en la red, en función del resultado que se obtenga, se modifican los pesos de las neuronas según el error obtenido y en función de cuanto haya contribuido cada neurona a dicho resultado. Este método es conocido como Backpropagation o propagación hacia atrás. Con este método se consigue que la red aprenda, consiguiendo un modelo capaz de obtener resultados muy acertados incluso con datos muy diferentes a los que han sido utilizados durante su entrenamiento (Innovation, 2019).

Estas redes neuronales son utilizadas para tareas de predicción y clasificación. Esta técnica se ha convertido en una pieza clave para el desarrollo de la Inteligencia Artificial, como se describió previamente es uno de los principales campos de investigación y el que más esta evolucionando con el tiempo, ofreciendo cada vez soluciones más complejas y eficientes.

Redes neuronales convolucionales

Dentro del conjunto de tipos de redes neuronales tenemos las convolucionales, que específicamente servirán en el campo de la visión artificial. Las redes neuronales convolucionales son un algoritmo de Aprendizaje Profundo (Deep Learning) que está diseñado para trabajar con imágenes, tomando estas como entrada, asignándoles importancias (pesos) a ciertos elementos en la imagen para así poder diferenciar unos de otros.

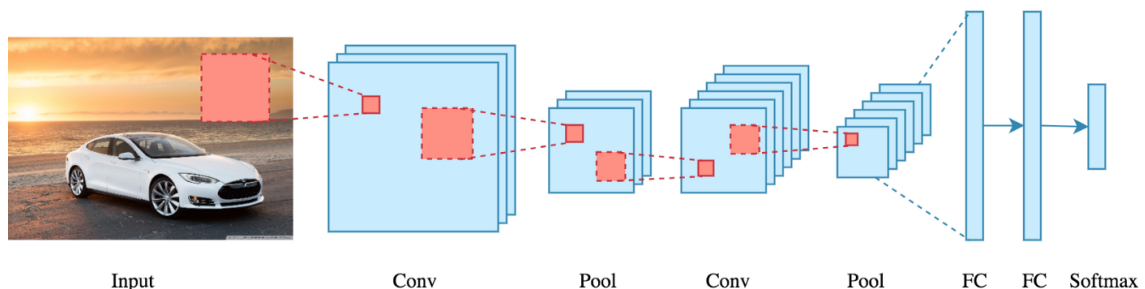


Figura 2.13: Ilustración de una Red Neuronal Convolucional.

Fuente: (Bootcamp-ia, 2019b)

Este es uno de los principales algoritmos que ha contribuido en el desarrollo y perfeccionamiento del campo de visión por computadora. Las redes convolucionales contienen varias capas ocultas como se ilustra en la figura 2.12, donde las primeras pueden detectar líneas, curvas y así se van especializando hasta poder reconocer formas complejas como un rostro, siluetas, etc. (Saha, 2018).

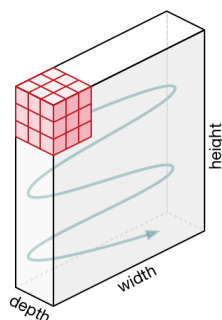


Figura 2.14: Movimiento del Kernel.

Fuente: (Bootcamp-ia, 2019a)

El proceso que se distingue de estas redes son las convoluciones. El cual consiste en tomar un grupo de píxeles de la imagen de entrada e ir realizando un producto escalar con un kernel. El kernel recorrerá todas las neuronas de entrada y obtendremos una nueva matriz, la cual será una de las capas ocultas. En el caso de que la imagen sea de color se tendrán 3 kernels del mismo tamaño que se sumarán para obtener una imagen de salida.

El kernel en las redes convolucionales se considera como un filtro que se aplica para extraer ciertas características importantes o patrones de esta y es usado para detectar bordes, enfoque, desenfoques, entre otras características de la imagen y es logrado para la convolución entre la imagen y el kernel. Este proceso se desarrolla entre la imagen y el kernel, con la finalidad de que este filtro o kernel recorra toda la imagen (pixel por pixel). Por lo general, el kernel es de menor tamaño que la imagen. La convolución permite multiplicar el kernel con la porción de imagen escogida, realiza un producto escalar a medida que el kernel se va desplazando; por esta razón es un proceso iterativo .

Es una operación que se usa en las redes convolucionales. El padding se aplica agregando píxeles de valor cero alrededor de la imagen original. Tiene dos usos: El primero es para que al realizar la convolución la imagen resultante sea de igual tamaño que la imagen original. El segundo es cuando se tiene información relevante en las esquinas de la imagen por lo que al realizar convolución el filtro pasa más por el centro de la imagen que en las esquinas, por lo que se aplica el padding para tener la información más relevante cerca del centro.

Las tareas comunes de este tipo de redes son: detección o categorización de objetos, clasificación de escenas y clasificación de imágenes en general. La red toma como entrada los píxeles de una imagen.

2.4. Machine Learning (Aprendizaje de Máquina)

Es un subcampo de la Inteligencia Artificial cuyo objetivo es entender la estructura de la información y ajustar estos datos en modelos que puedan ser entendidos y utilizados por las personas. (Tagliaferri, 2017).

A diferencia de la computación tradicional, donde los algoritmos resuelven problemas específicos, los algoritmos de Machine Learning entrenan a las computadoras con datos de entrada y emplean análisis estadístico para generar valores de salida que se clasifican según a un rango específico. Por eso el Machine Learning facilita a las computadoras construir modelos a partir de datos ejemplo

para automatizar el proceso de toma de decisiones basados en estos datos.

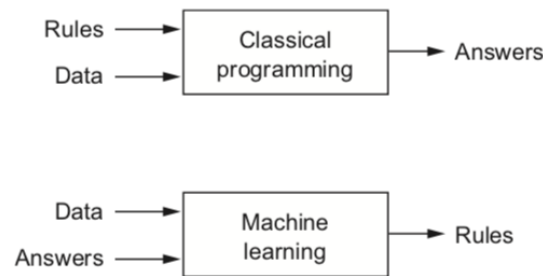


Figura 2.15: Diferencias entre programación clásica y M.L.

Fuente: (Chollet y Allaire, 2018)

En la figura 2.15 se aprecia la diferencia y similitud entre la programación clásica de la inteligencia artificial de los años '80 y las novedosas técnicas del aprendizaje automático. La programación clásica necesita de reglas y datos de entrada para que esta funcione como un sistema inteligente y pueda dar una respuesta, mientras que el Machine Learning necesita de datos y sus respectivas respuestas esperadas, para identificar patrones que los relacionen; y de esta manera desarrollar reglas que generan respuestas para nuevos datos.

2.4.1. Métodos de Machine Learning

En el Machine Learning, las tareas son generalmente clasificadas en grandes categorías, las cuales están basadas en el modo en el que el “aprendizaje” es ejecutado.

Los métodos más adoptados en el Machine Learning son: el aprendizaje supervisado, que entrena un algoritmo basado en un ejemplo de entrada y salida el cual está categorizado por un humano, y el aprendizaje no supervisado, que proporciona el algoritmo sin ningún dato categorizado permitiendo encontrar una estructura dentro de los datos de entrada.

Aprendizaje Supervisado

La computadora está provista con entradas de ejemplo las cuales se categorizan con sus respectivas salidas esperadas. El propósito de este método consiste en que el algoritmo pueda “aprender” comparando la actual salida con las salidas esperadas para encontrar errores y en consecuencia modificar el modelo. El aprendizaje supervisado por lo tanto usa patrones para predecir valores categorizados en datos no categorizados.

Aprendizaje No Supervisado

La información provista a la computadora no está categorizada, por lo que los algoritmos de aprendizaje buscan similitudes entre los datos de entrada. Como los datos no etiquetados son más abundantes que los datos etiquetados, los métodos de aprendizaje automático que facilitan el “aprendizaje” pasan a ser más importantes.

2.5. Deep Learning (Aprendizaje profundo)

Según la figura 2.10, el aprendizaje profundo es un subcampo dentro del Machine Learning, el cual hace uso de distintas redes neuronales para lograr el “aprendizaje” de sucesivas capas de representación que son relevantes para los datos.

El término Deep “profundo”, hace referencia a la cantidad de capas de representación que se utilizan en un modelo; en general es posible utilizar decenas incluso cientos capas de representación, los cuales aprenden de forma automática a medida que el modelo es entrenado con los datos (Briega, 2015).

2.6. Técnicas de visión por computadora

La visión por computadora es una técnica de recolección de información que surge por la inspiración en el sistema visual humano, el cual es la principal fuente de información para el cerebro. Su meta es de modelar y automatizar el proceso de reconocimiento visual de objetos en la vida real.

De los cinco sentidos que poseen las personas, la vista es la más importante. Por lo tanto la visión, es una tarea de procesamiento de información; pero tiene un grado de complejidad elevado, ya que para saber que es lo que hay en el mundo nuestros cerebros deben ser capaces de representar esta información en toda su abundancia de color, forma, movimiento, detalle y belleza. (Briega, 2015)

Por lo tanto, la visión por computadora o visión artificial compone de un conjunto de herramientas y métodos que permiten obtener, procesar y analizar imágenes del mundo real, con el objetivo de ser tratadas por una computadora. Estos métodos van a permitir automatizar un amplio conjunto de tareas al aportar a las computadoras información que es necesaria para la toma de decisiones en sus tareas asignadas. La visión por computadora trata de imitar a la visión humana, usando geometría y un enfoque estadístico para tratar el problema.

2.6.1. Aplicaciones

Esta rama de la Inteligencia Artificial aún sigue en investigación y mejoras donde sus aplicaciones más comunes son:

- **Reconocimiento óptico de caracteres:** Detección automática de símbolos que pertenecen a un alfabeto.
- **Inspección robotizada:** Revisión rápida de piezas para garantizar la calidad de componentes fabricados.
- **Modelado 3D:** Construcción de modelos 3D a partir de fotografías.
- **Imágenes médicas:** Análisis de radiografías.
- **Conducción segura:** Detección de obstáculos por medio de un sistema de conducción asistida por cámaras.
- **Vigilancia:** Monitoreo de intrusos, análisis del tráfico vial, monitoreo de piscinas, etc.

- **Detección de rostros:** Mediante algoritmos de reconocimiento facial se reconocen rostros usados en métodos de biometría.

2.6.2. Librerías

Una de las librerías mas utilizadas para las técnicas de vision por computadora es OpenCV. Es una biblioteca de uso libre para el desarrollo de aplicaciones usando visión artificial desarrollada por Intel. Esta librería reúne diversas características que la hacen popular, por ejemplo:

- Permite su uso para fines comerciales y de investigación.
- Se encuentra disponible par varias plataformas como ser GNU/Linux, Mac OS, Windows y Android.
- Documentación completa y explicada, con una comunidad de desarrolladores activa.
- El procesamiento de imágenes en su escalado, eliminación de ruido y formateo de imagen y video.
- El uso y modificación de sus 2500 modelos pre-optimizados que son incluidos en la librería, acorde a las necesidades del usuario.
- El uso del estado del arte de modelos de visión por computadora como también de aprendizaje de máquina (Machine Learning).
- El desarrollo de modelos en varias categorías de investigación como ser: reconocimiento facial, detección y seguimiento de objetos, extracción de modelos 3D, etc.



Figura 2.16: Logotipo de la librería

Fuente: Web

Una de las características mas interesantes de OpenCV es el reconocimiento facial. OpenCV, en su extensa biblioteca de funciones, brinda las capacidades para realizar las tareas de preprocesamiento sin ningún problema, así como los algoritmos de predicción. Además de usar el algoritmo de detección de objetos, es posible usar el seguimiento de objetos, para identificar rostros en una transmisión de video. OpenCV incluso posee funciones para configurar fácilmente el modelo en una transmisión en vivo, como en un video pregrabado (TheResearchNest, 2020).

Existen otras librerías que no son tan populares y representan un pago adicional.

2.7. Streaming

También denominado como transmisión, lectura en continuo, difusión en flujo, lectura en tránsito, difusión en continuo, descarga continua; es la distribución digital de multimedia a través de una red de computadoras, de manera que el usuario consume el producto (generalmente archivo de vídeo o audio) en paralelo mientras se descarga (Austerberry, 2005).

El término se aplica habitualmente a la difusión de audio o vídeo. El Streaming requiere una conexión por lo menos de igual ancho de banda que la tasa de transmisión del servicio. El Streaming de vídeo se popularizó a fines de la década de 2000, cuando el ancho de banda se hizo lo suficientemente barato para gran parte de la población. Sin embargo, con la tecnología del Streaming, un archivo puede descargarse y reproducirse al mismo tiempo, con lo que el tiempo de espera es mínimo (Austerberry, 2005). El streaming permite una reproducción directa en del contenido multimedia, sin la necesidad de almacenar en memoria la información para después reproducirla, como se puede ver en la figura 2.17.

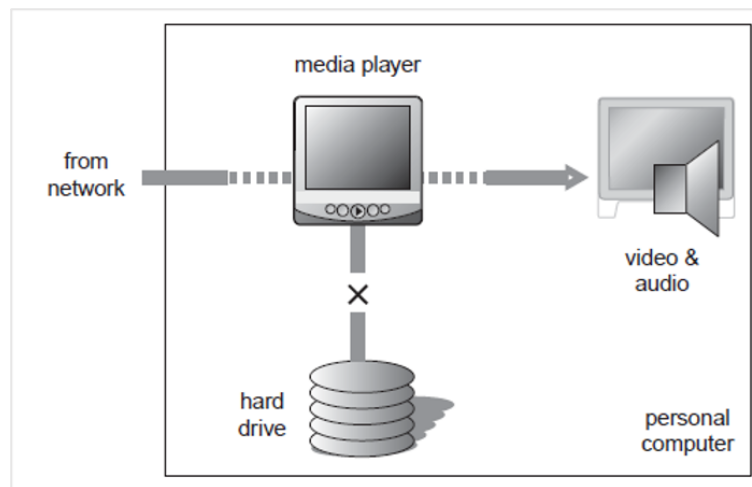


Figura 2.17: Streaming en un servidor web.

Fuente: (Austerberry, 2005)

El servidor más utilizado para la transmisión de contenidos multimedia es el servidor web, tipificado por Apache. Los servidores Web utilizan HTTP a través de TCP/IP para entregar sus páginas HTML y archivos de imagen asociados. El protocolo TCP/IP se utiliza como la capa de transporte a través de Internet. Los archivos se descargan a la memoria caché del navegador web más rápido de lo que el sistema permite. TCP incorpora control de flujo para gestionar la velocidad de descarga.

2.7.1. Servidor web para Streaming de Audio y Video

El flujo que sigue el servidor web para reproducir contenido multimedia es el siguiente: Primero el servidor web mediante una aplicación proporciona una dirección que permite acceder a un archivo multimedia a un reproductor luego este mismo se conecta al servidor web mediante ese mismo vínculo mandando la señal para que el servidor transmita el contenido, pero el servidor web redirige al reproductor a un servidor Streaming para luego recién poder realizar la reproducción del

contenido digital, como se puede observar en la figura 2.18.

Un servidor web por si solo no podría realizar este proceso sin un servidor Streaming de por medio ya que solo se limitaría a permitir la descarga del archivo en su totalidad para que después se realice la reproducción por parte del reproductor. Gracias al servidor Streaming se podrá decodificar del bitrate en el que se codifico. Los oyentes necesitan tener instalado un reproductor multimedia en su ordenador, aunque también pueden escuchar la emisión sin necesidad de él. Se podría utilizar: Windows Media Player, VLC, o algún software compatible.

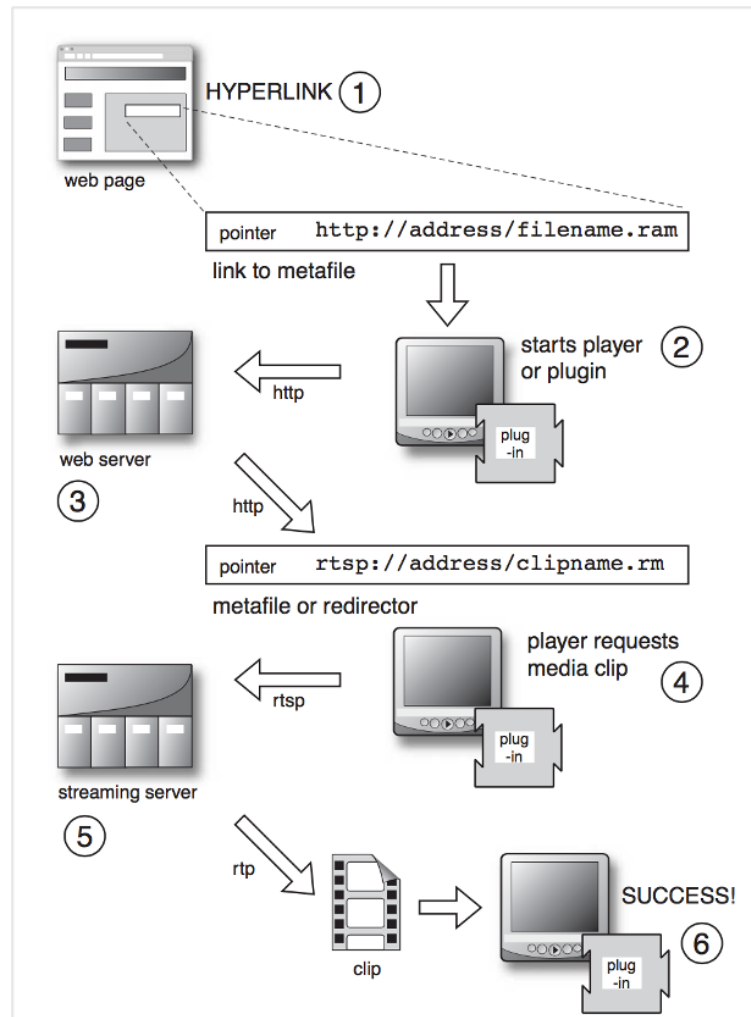


Figura 2.18: Streaming en un servidor web.

Fuente: (Austerberry, 2005)

Se maneja el termino bitrate que no es nada más que la calidad de la señal. Usualmente se utilizan 24, 32, 48, 64 kbps pero si lo desea puede emitir a un bitrate superior, por ejemplo 96 kbps o 128 kbps. Debemos tener en cuenta no obstante que a mayor bitrate mayor ancho de banda se necesitará, así como mayor será el costo. Sin la tecnología de Streaming, para reproducir un archivo en línea sería necesario descargarlo previamente en memoria del computador para después recién poder reproducir en el computador.

Http Live Streaming (HLS)

HLS es un protocolo utilizado para enviar audio y video sobre HTTP, soporta bitrate adaptivo y es compatible con la mayoría de los dispositivos. Este protocolo fue desarrollado por Apple y puede ser utilizado tanto para video en vivo como video en demanda. Entre sus características importantes se encuentra:

- Se adapta a las condiciones de la red. Dependiendo el ancho de banda de internet del espectador, se le entregará una calidad o bitrate adecuado.
- Además puede ser entregado desde un servidor tradicional de HTTP.
- Y puede ser protegido con encriptación o autenticación. Esto con el fin de proteger derechos de autor.

El flujo del protocolo es como sigue:

1. El archivo de video se codifica con compresión de video H.264 y compresión de Audio AAC.
2. Selecciona MPEG2-TS como contenedor de video, esto lo hace normalmente un encoder de video.
3. Cuando es codificado el video, se realiza un proceso de segmentación. Este proceso realiza cortes del video cada ciertos segundos, usualmente cada 10 segundos. A estos fragmentos se les conoce como segmentos o chunks de video.
4. Se genera un archivo índice. Este archivo contiene la información de los segmentos y en donde se encuentran para que el player los descargue. Este mismo proceso se realiza tanto para video en vivo o video en demanda (video almacenado).
5. Cuando se decide encriptar la información, se ejecuta un algoritmo para proteger cada uno de los segmentos. Donde el player que tenga la llave para descifrarlos puede ver el contenido.
6. Estas llaves pueden ser estáticas o dinámicas, puede generarse una llave para todos los videos o una llave por video. Y lo único que hace falta es compartir el URL del archivo índice que es algo como:

`http://nombre-del-dominio/directorio-del-video/mi-video.m3u8`

Y puede ser protegido con encriptación o autenticación. Esto con el fin de proteger derechos de autor. HTTP Live Streaming (HLS), es un protocolo que permite el envío de audio y video a través de HTTP desde un servidor web común para su reproducción en dispositivos basados en iOS, incluidos iPhone, iPad, iPod touch y Apple TV, y en computadoras de escritorio (macOS). Usando el mismo protocolo que impulsa la web, HLS implementa contenido usando servidores web y redes de entrega de contenido ordinarios. HLS está diseñado para brindar confiabilidad y se adapta dinámicamente a las condiciones de la red al optimizar la reproducción para la velocidad disponible de las conexiones por cable e inalámbricas.

En la figura, 2.19

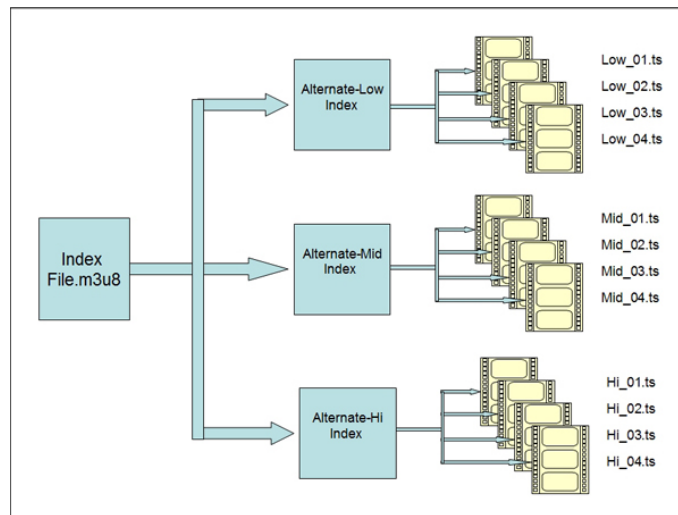


Figura 2.19: Http Live Streaming.

Fuente: (Ozer, 2017)

DASH

En la figura 2.20

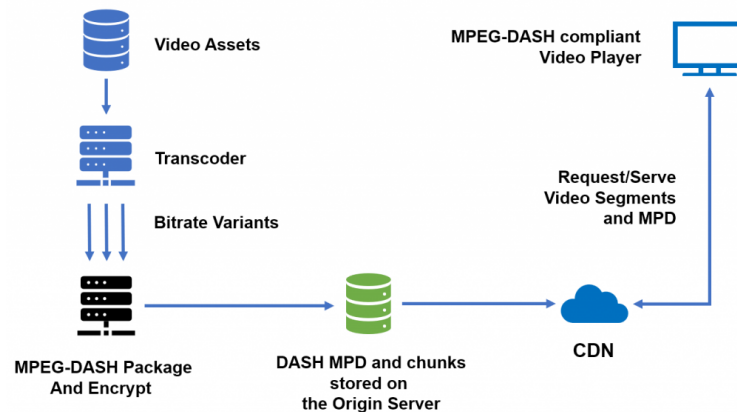


Figura 2.20: Dinamyc Adaptative Streaming Over Http.

Fuente: (Vijayanagar, 2021)

2.8. Lenguaje de Programacion

Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se trata de un lenguaje multiparadigma, ya que soporta parcialmente la orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, dinámico y multiplataforma.



Figura 2.21: Logo del lenguaje de programación Python.

Fuente: Web

Python usa tipado dinámico y conteo de referencias para la administración de memoria. Una característica importante de Python es la resolución dinámica de nombres; es decir, lo que enlaza un método y un nombre de variable durante la ejecución del programa (también llamado enlace dinámico de métodos). También es usado en el campor del Machine Learning y el Deep Learning. Actualmente es el lenguaje más popular y de ámplio alcance en la inteligencia artificial (Henry, 2022).

2.9. Metodología de desarrollo

El término de ingeniería de software se toma propone por primera vez en el conjunto de conferencias históricas organizadas por el comité de ciencia de la OTAN.¹ en los años 60. Para ese tiempo la ingeniería de software tampoco era conocida ni aceptada donde en ese entonces los proyectos de software complejos eran problemáticos y costosos de completar donde se supuso que sería beneficioso considerar el desarrollo de software como ingeniería (Ganis, 2010).

Los encargados de la codificación del software denominados programadores, en un principio eran ingenieros y como el costo computacional era alto, se utilizó un concepto de hardware denominado "mide dos veces, corta una vez" (Ganis, 2010).

La naturaleza cautelosa de esta costumbre provocó el desarrollo de metodologías que permitieron a los equipos de proyectos creen planes lentos y metódicos para la creación de sistemas de software.

2.9.1. Modelo Cascada (Waterfall)

En el inicio de su definición como un modelo para el desarrollo de software; este concepto fue abordado por el Dr. Winston Royce, por medio de un artículo escrito sobre la gestión y dirección de proyectos grandes y complejos de software (Royce, 1970). En ese artículo basandose en experiencias de desarrollo de software para la planificación de misiones aéreas; el autor describe los fundamentos del desarrollo de software. Gran parte de esos fundamentos aun son aplicables en la actualidad. En el planteamiento de estos fundamentos, Royce presenta un conjunto de fases los cuales forman parte de una secuencia de desarrollo de software ilustrada en la figura 2.22.

¹Organización del Tratado del Atlántico Norte.

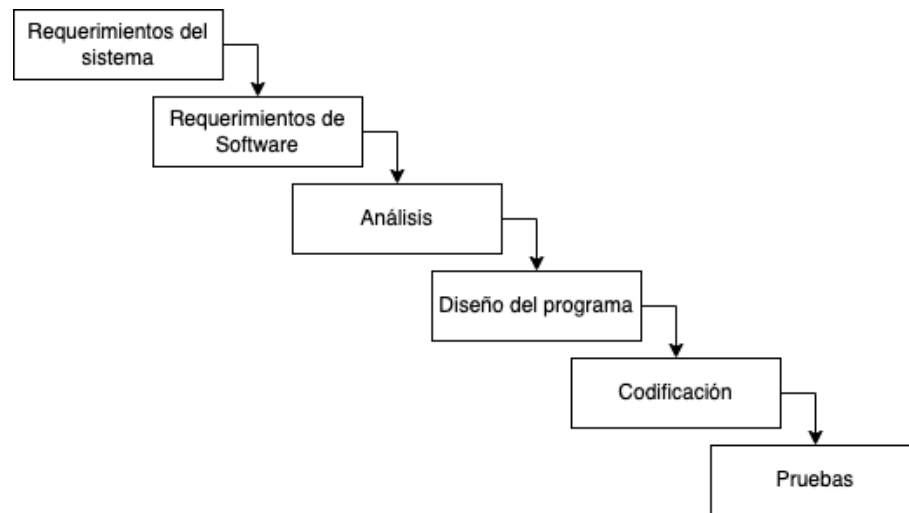


Figura 2.22: Modelo Cascada
Fuente: Elaboracion Propia

Una vez definida esta secuencia, se creó el concepto de “Cascada”, como un modelo de desarrollo con actividades bien definidas y organizadas con un objetivo independiente dando origen al diseño del primer S.D.M.² (Bell y Thayer, 1976). En la figura 2.22 la fase de análisis y la de codificación entregan la mayor parte del producto esperado, mientras que las otras fases están puestas para ser organizadas y planificadas de manera independiente para un mejor manejo de los recursos del proyecto.

De acuerdo al modelo Cascada, se enfatiza en la dependencia secuencial del producto entregado en el paso previo. Es decir existe una dependencia que mantiene en espera el diseño del sistema mientras que el análisis del modelo no sea aprobado o concluido y consecuentemente la fase de codificación se verá en espera también hasta que el diseño se concluya.

Cada una de las fases guarda una relación iterativa con el siguiente paso definido en la metodología que asegura la completitud del producto entregado en la fase anterior. Esta relación está ilustrada en la figura 2.23. Al final de cada etapa, el modelo está diseñado para llevar a cabo una revisión final, que se encarga de determinar si el proyecto está listo para avanzar a la siguiente fase. Este modelo fue el primero en originarse y es la base de todos los demás modelos de ciclo de vida dentro de un proyecto de desarrollo de software.

²Metodología de Desarrollo de Software

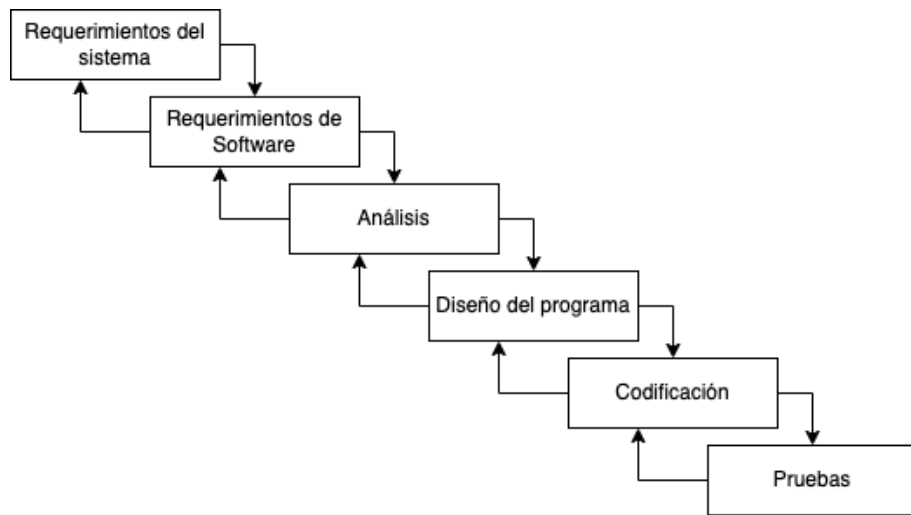


Figura 2.23: Modelo Cascada: Relación iterativa entre las fases sucesivas.
Fuente: Elaboracion Propia

Existen diferentes versiones de las fases del modelo en cascada y según la versión o enfoque, la cantidad de fases puede variar. Sin embargo las principales son las siguientes:

1. Requerimientos del sistema
2. Requerimientos de Software
3. Análisis
4. Diseño del programa
5. Codificación
6. Pruebas
7. Mantenimiento

A continuacion se detalla cada una de las fases y las actividades que implica cada fase:
¡detalle de cada fase!!!1

Capítulo 3

Seguridad en el hogar

3.1. Introducción

La seguridad en el hogar es un tema relevante y delicado de manejar, principalmente cuando se trata del espacio vital más importante de todos, donde convive el ser humano. Sea del tipo que sea, en el hogar se establecen los vínculos más íntimos y personales; entonces la presencia de una persona en el hogar es un factor de seguridad de gran importancia. La mayoría de percances como intrusión de un extraño, allanamientos y robos se producen durante su ausencia. Los motivos para dejar un hogar vacío son varios: desde un viaje prolongado a salidas más o menos puntuales, regulares y/o diarias. Una vivienda vacía es más vulnerable que otra ocupada y este aspecto se toma en cuenta en el diseño de un sistema de seguridad para el hogar, el cual debe ofrecer características que ayuden a minimizar el impacto de las situaciones de peligro.

3.2. Ausencia en el hogar

En materia de seguridad del hogar, cualquier precaución, resulta de utilidad para prevenir, que ocurran incidentes y mantener protegidos a los seres más cercanos. De hecho el objetivo de la seguridad implica la toma de precauciones necesarias para que un lugar sea seguro para las personas.

Incluso las personas más retraídas y amantes de la soledad y el aislamiento deben, en un momento u otro, salir de su residencia habitual, algo que se convierte en largas horas de ausencia en la mayoría de los casos (evidentemente por trabajo, obligaciones académicas y otros menesteres cotidianos), y ocasionalmente, con mayor o menor asiduidad, por otras razones menos frecuentes (viajes, vacaciones, etc).

Todas las posibles situaciones a presentarse se definen en función del tiempo de ausencia; de modo que se establecen distintos casos con aspectos peculiares y específicos referentes a la seguridad y los riesgos; por ejemplo exponer las medidas de protección más básicas y elementales que siempre deben tomarse en cuenta, como el contrato de un seguro para la vivienda (con elementos importantes que figuran en toda póliza para su elección y contratación).

Un seguro contra robos puede proteger de alguna manera los daños materiales que pueden ocurrir, pero incluso para probar la veracidad del suceso es necesario presentar pruebas visuales que sirvan de referencia en la denuncia. Una imagen como en la figura 3.1 puede ayudar incluso en una

investigación.



Figura 3.1: Ilustración ejemplo de un intruso.

Fuente: Web

A continuación se detallan las situaciones más comunes que pueden presentarse con sus respectivas acciones sugeridas para disminuir el peligro.

3.2.1. Ausencias cotidianas

Las ausencias diarias de horas o minutos son las más comunes y brindan oportunidades a asaltantes atentos. Para este caso se puede tener en cuenta medidas de protección sencillas y sin complicaciones que cualquiera puede llevar a cabo apenas sin inversión alguna. Asegurar los cierres de los accesos a la vivienda, disimular las ausencias o evitar proporcionar información sobre nuestros hábitos son algunas de las medidas que se exponen para evitar intrusiones no deseadas en el hogar.

3.2.2. Ausencias de termino medio

Cuando uno sale de casa previamente sabe si uno va a volver al cabo de pocas horas, de unos días o de semanas; en cada caso se pueden presentar algunas peculiaridades y riesgos específicos que se deben afrontar de distintos modos. En este supuesto, tras las ausencias cotidianas, se detallan los casos de ausencias de pocos días, especialmente en fines de semana, puentes festivos y vacaciones cortas. En estas situaciones convergen la necesidad de contar con alarmas y avisadores técnicos, con la de disponer de sistemas de alarma y dispositivos antiintrusión los cuales, como veremos, pueden ser de muy diversa índole.

3.2.3. Ausencias prolongadas

Las vacaciones y las estancias de cierta duración en lugares alejados de nuestras residencias habituales ofrecen oportunidades únicas a posibles asaltantes. No ofrecer información sobre nuestro paradero, tratar de evitar el efecto de vivienda vacía, contar con la supervisión regular de alguien de confianza en nuestra ausencia y mantener a buen recaudo bienes u objetos de valor serán, en estos casos, las principales prioridades (sobre todo en el caso de las segundas residencias, una cuestión que también consideraremos detalladamente como caso diferenciado).

3.3. Situaciones de riesgo

3.3.1. Presencia de intrusos

Un intruso o persona ajena siempre representa un peligro en el interior de nuestro hogar y aún más cuando se desconoce el motivo de su presencia. La posibilidad de robos en cualquier ciudad del mundo esta presente y aun mas cuando este entra al interior de un hogar forzando cerraduras, encapuchado especialmente cuando los habitantes de la casa no estan. En la figura 3.2, se muestra una ilustracion de ejemplo de un intruso forzando la puerta de una casa.



Figura 3.2: Ilustración ejemplo de un ladrón
Fuente: Web

3.3.2. Fuego y humo

El fuego es una reacción química, donde un conjunto de partículas o moléculas incandescentes en materia combustible es capaz de emitir calor y luz. Con el calor se pueden llegar a desintegrar muchos objetos y estos mismos servir de combustión para que el fuego se expanda. Este fenómeno es uno de los principales causantes de tragedias en la actualidad, tanto como incendios forestales y/o colectivos, incendios en interiores, como ser casas, departamentos o sitios cerrados. En la figura 3.3 se visualiza la facilidad con la que el fuego puede expandirse en interiores.



Figura 3.3: Ilustración ejemplo de fuego en interiores.
Fuente: Web

El humo acompañado del fuego son elementos muy perjudiciales tanto como a las personas como al medio ambiente en general. El humo es uno de los factores principales que afectan a la salud respiratoria de las personas y animales en general. Identificar a tiempo la presencia de humo puede incluso prevenir y/o predecir la organización de fuego evitar tragedias.

En la figura 3.4, se visualiza como la presencia de humo puede ayudar a alertar de que hay fuego en el interior de una casa o habitación.



Figura 3.4: Ilustración de la presencia de fuego y humo en una habitación cerrada.
Fuente: Web.

3.4. Sistemas de seguridad

En el mercado, existe una gran variedad de artefactos, que están al alcance de todos para proteger los hogares frente a cualquier tipo de amenaza, tanto interna como externa. Los más eficaces y eficientes, son los sistemas electrónicos de seguridad. No obstante, sea cual sea la opción elegida se debe tener en cuenta los siguientes riesgos y amenazas:

- **Allanamientos, intrusiones y vandalismo:** riesgos procedentes del exterior, que se pueden mitigar fácilmente instalando cierres de alta seguridad en los accesos a la vivienda, alarmas antiintrusión u otros mecanismos disuasorios.
- **Accidentes domésticos:** riesgos procedentes del interior de hogar que pueden poner en riesgo la integridad física y/o moral de sus habitantes, tanto personas como mascotas, así como los bienes que contienen e incluso la misma infraestructura.

Las alarmas técnicas (alertas de fugas y escapes) y de emergencia son los sistemas más adecuados para proteger una vivienda. También es preciso tomar las medidas oportunas para proteger los componentes más sensibles del hogar (instalaciones de suministros y otros elementos de riesgo) de manipulaciones indebidas, golpes y otro tipo de percances que pueden ocasionar accidentes o situaciones indeseables.

3.4.1. Alarmas

Las alarmas son artefactos sonoros que emiten un sonido que provoca la alerta en las personas. Existen de diferentes tipos, medidas y campo de uso. El volumen y el sonido es claramente diferenciado de cualquier objeto que emita un sonido cualquiera. Este objeto es utilizado generalmente para poner en alerta a todas las personas que lleguen a escucharlo y/o comunicar peligro. En la figura 3.5 se puede apreciar un modelo particular de alarmas sonoras.



Figura 3.5: Ilustración de alarmas con sonido.
Fuente: Web.

3.4.2. Sensores

Los sensores son dispositivos que captan magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno. Los detectores de humo son dispositivos desarrollados para detectar la presencia de un incendio en el interior de un edificio. En la figura 3.6 se aprecia un modelo en particular de sensor de detección de humo.



Figura 3.6: Ilustración de detector de humo.

Fuente: Web.

3.4.3. Cámaras

Las cámaras son dispositivos que permiten registrar imágenes estáticas y en movimiento. Específicamente las cámaras de vigilancia son las que se encargan de grabar todo lo que puede ocurrir en una casa o negocio. Contar con este tipo de cámara puede proporcionar sensación de seguridad y protección. Disponer de este tipo de sistemas puede resultar ser una solución para mantenerse protegido. El desarrollo de la tecnología ha logrado que el sector de la seguridad disponga de equipos eficientes y con diversas funcionalidades. En la figura 3.7 se visualizan diferentes modelos de cámaras de seguridad que se encuentran en el mercado.



Figura 3.7: Ilustración de diversas cámaras de seguridad.

Fuente: Web.

El tipo más común en el mercado son las cámaras de interiores ya que son las más sencillas y económicas del mercado ya que no necesitan mucho mecanismo ni protección. En la figura 3.8 se visualiza un ejemplo de cámara de interiores.

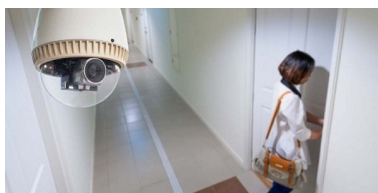


Figura 3.8: Cámara de vigilancia de interiores.

Fuente: Web.

Seguridad y vigilancia son aspectos que se requieren en todo el mundo; gobiernos, empresas, instituciones financieras, organizaciones de salud, necesitan cierto grado de medidas de seguridad y como resultado se generó un dramático incremento en la demanda de aplicaciones de seguridad como por ejemplo video vigilancia, monitoreo y grabación de: fronteras, puertos, transporte, hogares, corporaciones, instituciones educativas, lugares públicos, edificios, etc.

Capítulo 4

Inicialización

4.1. Identificación de Requerimientos

Para la identificación de los requerimientos, se plantean los criterios de partida a tomar en cuenta en el diseño del sistema de video-vigilancia inteligente:

- Costos altos en infraestructura de transmisión de video en vivo.
- Las características de identificación automática, están disponibles para sistemas de video-vigilancia de alto nivel.
- Una alerta inmediata puede minimizar el impacto de alguna situación que ponga en peligro la integridad de bienes materiales y humanos.
- Los usuarios finales son personas que a menudo dejan su hogar para salir a trabajar, y usan constantemente su correo electrónico.

4.1.1. Requerimientos del sistema

En esta fase es necesario delimitar el alcance y las capacidades del sistema planteado para la realización de la planificación inicial, estimación de tiempos, diseño y desarrollo. Para ello se define la lista inicial de requerimientos del sistema de video-vigilancia inteligente.

Tabla 4.1: Lista de requerimientos

1.	Capturar fotogramas por medio de una o varias cámaras portátiles.
2.	Visualizar los fotogramas capturados en tiempo real (captura de video).
3.	Ejecutar el servicio de análisis y procesamiento de los fotogramas capturados.
4.	Enviar los fotogramas capturados por medio de la red al servicio encargado de su análisis.
5.	Permitir la recepción de fotogramas de varias fuentes hacia el servicio.
6.	Transmitir los fotogramas convertidos en video en vivo desde fuentes diferentes.
7.	Detectar movimiento a partir de los fotogramas recibidos desde distintas fuentes.
8.	Detectar silueta humana a partir de los fotogramas recibidos desde distintas fuentes.
9.	Notificar al usuario por medio de un correo electrónico cuando se de una detección.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.2: Tabla de planificación de las diferentes fases del modelo Cascada

Num.	Fase	Fecha inicial	Fecha final	Duración (días)
1.	Fase de requerimientos	6-jun	17-jun	10
2.	Fase de diseño del sistema	20-jun	8-jul	15
3.	Fase de implementación	11-jul	19-ago	30
4.	Fase de pruebas	22-ago	2-sep	10
5.	Fase de mantenimiento	5-sep	9-sep	5

Fuente: Elaboración propia.

Referenciando a la figura 4.1.



Figura 4.1: Diagrama de Gannt.

Fuente : Elaboración propia

Referenciando a la figura 4.2.

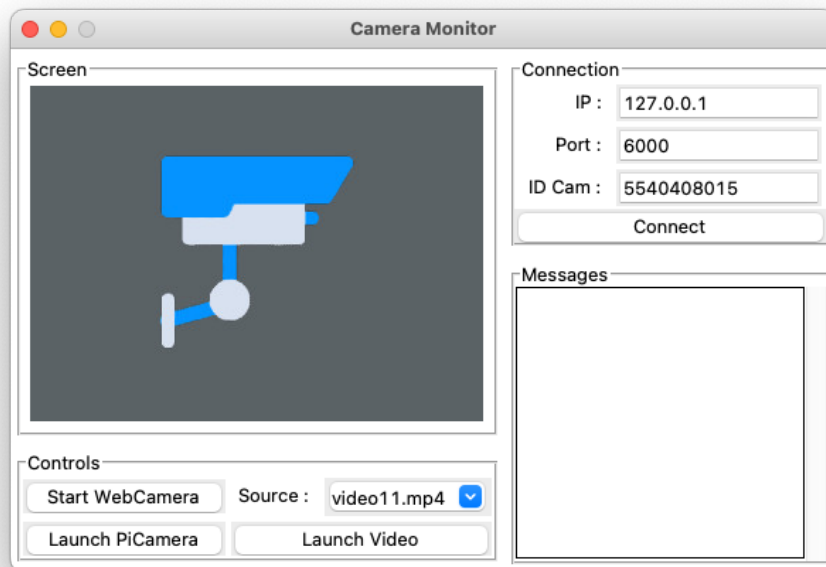


Figura 4.2: Interfaz de la cámara desarrollada.

Fuente : Elaboración Propia.

Referenciando a la figura 4.2.

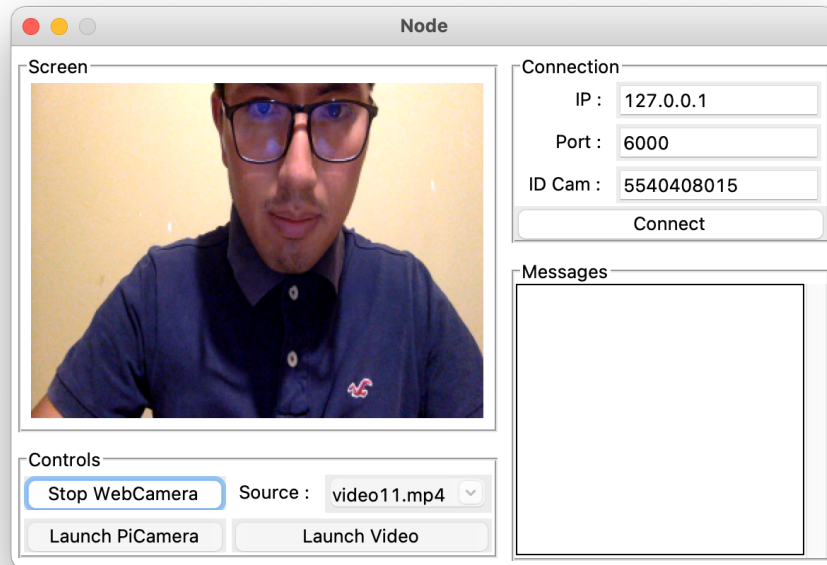


Figura 4.3: Diagrama de Gannt.
Fuente : Elaboración propia

Referenciando a la figura 4.4.

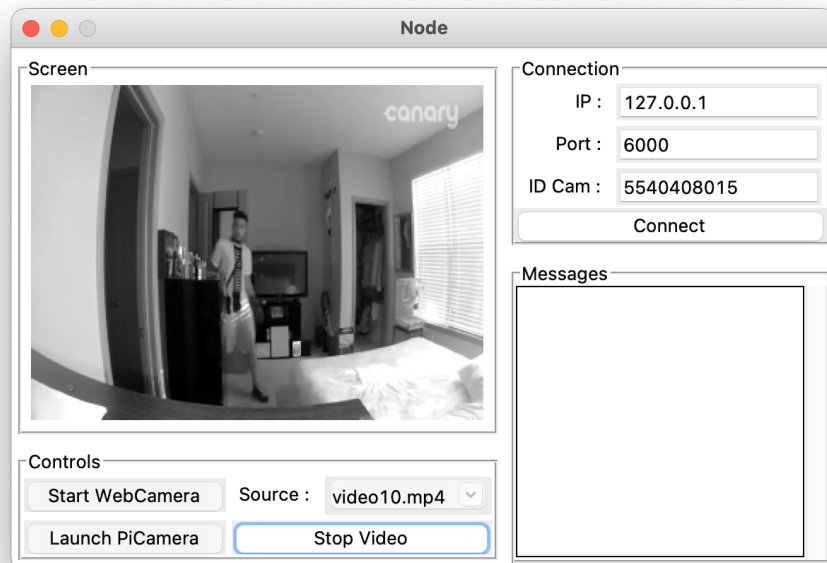
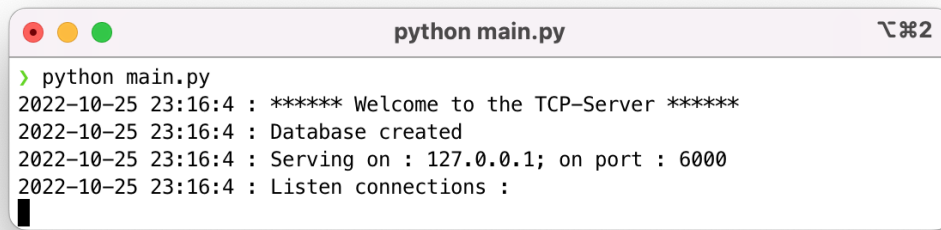


Figura 4.4: Diagrama de Gannt.
Fuente : Elaboración propia

Referenciando a la figura 4.5.



```
> python main.py
2022-10-25 23:16:4 : ***** Welcome to the TCP-Server *****
2022-10-25 23:16:4 : Database created
2022-10-25 23:16:4 : Serving on : 127.0.0.1; on port : 6000
2022-10-25 23:16:4 : Listen connections :
```

Figura 4.5: Ejecución del servidor TCP.
Fuente : Elaboración propia

col1	col2	col3
Multiple row	cell2	cell3
	cell5	cell6
	cell8	cell9

1.	Requerimiento uno
2.	Requerimiento dos
3.	Requerimiento tres

4.1.2. Requerimientos del software

4.2. Análisis

4.3. Diseño de Módulos

Tabla 4.3: Detalle de las pruebas realizadas

	Columna 1	Columna 2	Columna 3
Fila 1	item	item	item
Fila 2	item	item	item
Fila 3	item	item	item

Nota. Extraída de Apellido, N. (2000) *Nombre del libro*. Editorial o universidad que lo publicó.

Tabla 4.4: Detalle de las pruebas realizadas

Columna 1	Columna 2	Columna 3
	<p>lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem lorem</p>	<ul style="list-style-type: none"> Remote delivery Immersive experiences text proved
	<p>cell8</p>	<ul style="list-style-type: none"> Remote delivery Immersive experiences text proved

Tabla 4.5: Detalle de las pruebas realizadas

Columna 1	Columna 3
	<ul style="list-style-type: none"> Remote delivery Immersive experiences text proved
	<ul style="list-style-type: none"> Remote delivery Immersive experiences text proved

Tabla 4.6: Detalle de las pruebas realizadas

	Columna 1	Columna 2	Columna 3
Fila 1	item	item	item
Fila 2	item	item	item
Fila 3	item	item	item

Nota. Extraída de Apellido, N. (2000) *Nombre del libro*. Editorial o universidad que lo publicó.

4.4. Identificación de Subsistemas

Referenciando a la figura 4.7.

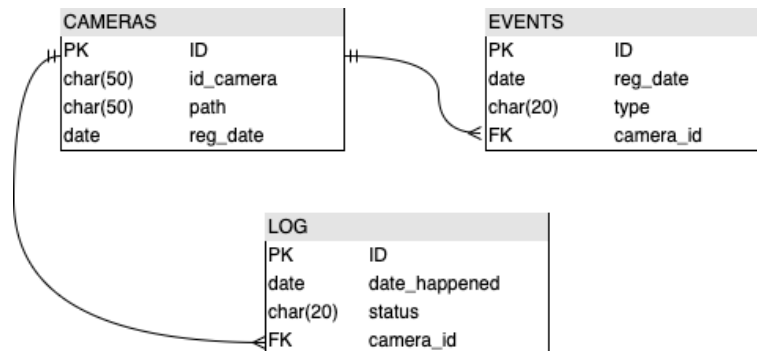


Figura 4.6: Ilustración de un ladrón

Fuente: Adaptada de Apellido, N. (2000) *Nombre del libro*. Editorial o universidad que lo publicó.

Referenciando a la figura 4.7.

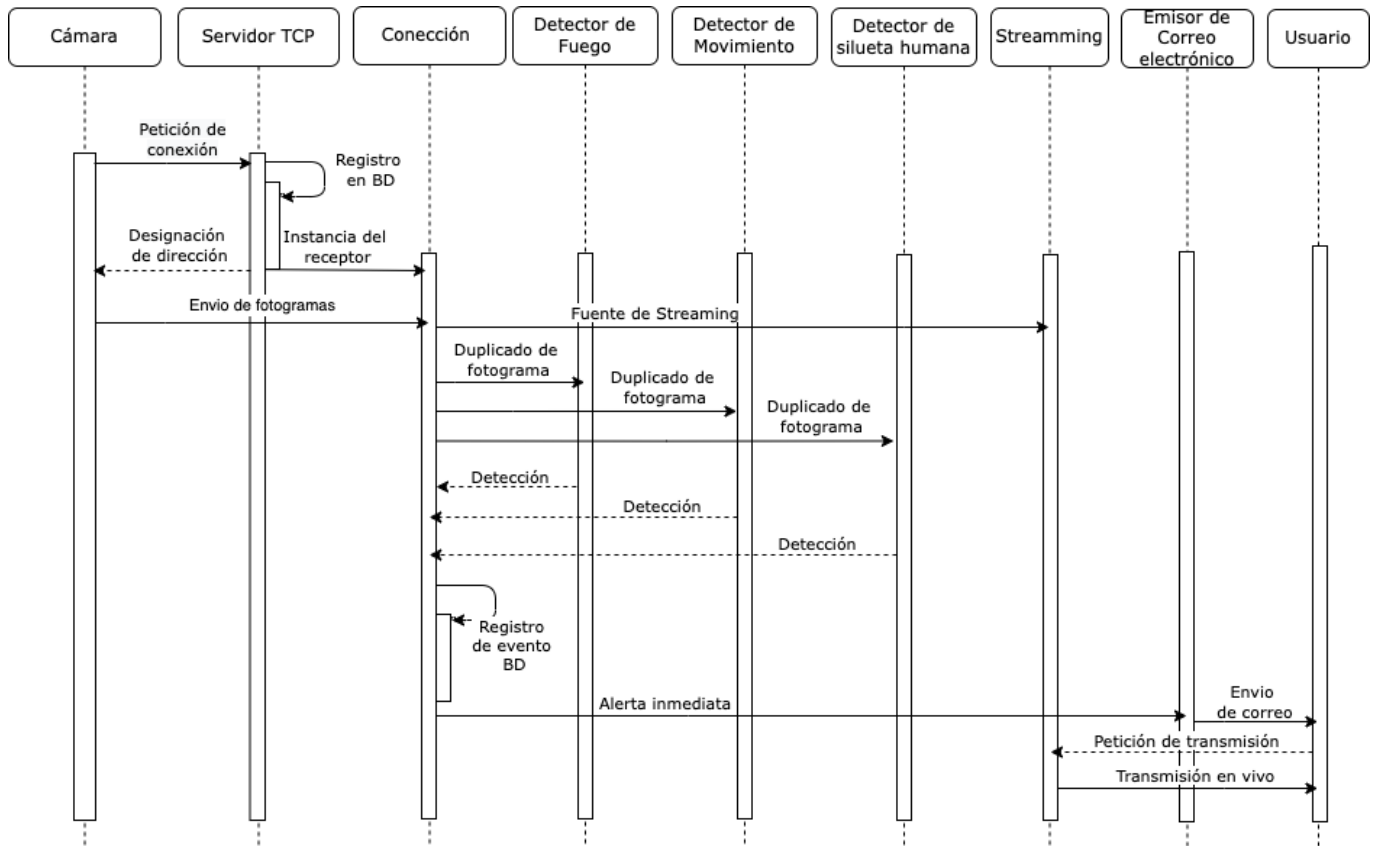


Figura 4.7: Ilustración de un ladrón

Fuente: Adaptada de Apellido, N. (2000) *Nombre del libro*. Editorial o universidad que lo publicó.

4.5. Comunicación de Sistemas

4.5.1. Sockets

4.6. Planificación

Capítulo 5

Implementación

En este capítulo se describe a detalle el proceso de implementación de los diferentes módulos que forman parte del sistema de video-vigilancia inteligente.

5.1. Módulo de Cámara

- 5.1.1. Diseño de clases
- 5.1.2. Diseño de interfaz de simulador
- 5.1.3. Captura de video
- 5.1.4. Conexión a Servidor TCP
- 5.1.5. Comunicación y envío de fotogramas

5.2. Módulo de Servidor TCP

- 5.2.1. Diseño de clases
- 5.2.2. Manejador de conectores de clientes
- 5.2.3. Streaming HLS
- 5.2.4. Detectores

Detector de movimiento

Detector de intrusos

Detector de fuego/humo

5.3. Servidor HTTP

5.4. Módulo de envío de correo electrónico

Tabla 5.1: Título de tabla multipágina

[illegible]

Continúa en la siguiente página.

Tabla 5.1 – Continuación de tabla previa

	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4
Fila 11	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.
Fila 12	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

Nota. Extraída de Apellido, N. (2000) *Nombre del libro*. Editorial o universidad que lo publicó.

Capítulo 6

Pruebas

- 6.1. Pruebas de integracion**
- 6.2. Prueba de transmision**
- 6.3. Prueba de transmision en vivo**

Capítulo 7

Conclusiones

Concluimos que...

Referencias

- Austerberry, D. (2005). *The technology of video and audio streaming* (Vol. 1). ELSEVIER publisher.
- Banda, H. (2017, Abril). Inteligencia artificial: Principios y aplicaciones. *Research Gate*, 50. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262487459_Inteligencia_Artificial_Principios_y_Aplicaciones
- Bell, T. E., y Thayer, T. A. (1976). Software requirements: Are they really a problem? *IEEE Computer Society Press*, 61-68. Recuperado de https://static.aminer.org/pdf/PDF/000/361/405/software_requirements_are_they_really_a_problem.pdf
- Bootcamp-ia. (2019a, Noviembre). *Comprensión de las redes neuronales convolucionales 1d y 3d*. Recuperado de <https://programmerclick.com/article/89511747730/>
- Bootcamp-ia. (2019b, Noviembre). *Introducción a las redes neuronales convolucionales*. Recuperado de <https://bootcampai.medium.com/redes-neuronales-convolucionales-5e0ce960caf8>
- Briega, R. E. L. (2015, Septiembre). *Libro online iaar*. Recuperado de <https://iaarbook.github.io/>
- CCNA-Certification. (2022, Enero). *Http and https explained*. Recuperado de <https://study-ccna.com/http-https/>
- Chollet, F., y Allaire, J. J. (2018). *Deep learning with r*. Javvin Editorials. Recuperado de https://bookdown.org/paul/computational_social_science/machine-learning-as-programming-paradigm.html#ref-Chollet2018-vf
- Gama, B., Sant'Ana, W., Lambert-Torres, G., Salomon, C., Bonaldi, E., da Silva, L. E., ... Steiner, F. (2021, 02). Fpga prototyping using the stemlab board with application on frequency response analysis of electric machinery. *IEEE Access*, PP, 1-1. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3058059
- Ganis, M. (2010). Agile methods: Fact or fiction. *Research Gate*. Recuperado de <https://tcf.pages.tcnj.edu/files/2013/12/ganis-tcf2010.pdf>
- Garza, J. (2013, Septiembre). *Breve historia tcp/osi*. Recuperado de <https://www>

.javiargarzas.com/2013/09/tcpip-se-impuso-a-osi-2.html/

Henry. (2022, Septiembre). *Python, ¿será el lenguaje más popular en 2023?* Recuperado de <https://blog.soyhenry.com/tag/mundo-henry/>

Howard. (2022, Julio). *Redes cliente-servidor vs. redes peer-to-peer*. Recuperado de <https://community.fs.com/es/blog/client-server-vs-peer-to-peer-networks.html>

Innovation, A. (2019, Octubre). *Qué son las redes neuronales y sus funciones*. Recuperado de <https://www.atriainnovation.com/que-son-las-redes-neuronales-y-sus-funciones/>

Lopez, R. (2016, Junio). *Tensorflow y redes neuronales*. Recuperado de <https://relopezbriega.github.io/blog/2016/06/05/tensorflow-y-redes-neuronales/>

Lopez, R. (2017, Junio). *Introducción a la inteligencia artificial*. Recuperado de <https://relopezbriega.github.io/tag/inteligencia-artificial.html>

MarketsAndMarkets. (2020, Noviembre). *Video surveillance market with covid-19 impact analysis*. Recuperado de <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/video-surveillance-market-645.html>

Norman, T. L. (2017). Chapter 6 - electronics elements: A detailed discussion originally from integrated security systems design. thomas norman: Butterworth-heinemann, 2015. updated by the editor, elsevier, 2016. , 95-137. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128044629000063> doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804462-9.00006-3>

Oracle. (2015, Septiembre). *The java™ tutorials*. Recuperado de <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/definition.html#:~:text=Definition%3A,address%20and%20a%20port%20number.>

Ozer, J. (2017, Noviembre). *What is hls (http live streaming)?* Recuperado de [https://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-Is-HLS-\(HTTP-Live-Streaming\)-78221.aspx?utm_source=related_articles&utm_medium=gutenberg&utm_campaign=editors_selection](https://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-Is-HLS-(HTTP-Live-Streaming)-78221.aspx?utm_source=related_articles&utm_medium=gutenberg&utm_campaign=editors_selection)

Royce, W. W. (1970). Managing the development of large software systems. *IEEE WESCON*, 328-338. Recuperado de <https://www.praxisframework.org/files/royce1970.pdf>

Saha, S. (2018, Diciembre). *A comprehensive guide to convolutional neural networks*. Recuperado de <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>

Solintel. (2018, Diciembre). *Sistemas de seguridad con cámaras ip*. Recuperado de <http://www.solintelsa.net/sistemas-de-videovigilancia/>

- Tagliaferri, L. (2017, Septiembre). An introduction to machine learning. *Digital Ocean*. Recuperado de <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-introduction-to-machine-learning>
- Technologies Javvin, I. (2004). *Network protocols handbook*. Javvin Editorials. Recuperado de <https://bkarak.wizhut.com/www/lectures/networks-07/NetworkProtocolsHandbook.pdf>
- Tejada, A. G. (2019). Aplicaciones de “deep learning” en entorno ros. *Research Gate*. Recuperado de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/102311/TFG-2951-GOMEZ%20TEJADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- TheResearchNest. (2020, Abril). *Computer vision tools and libraries*. Recuperado de <https://medium.com/the-research-nest/computer-vision-tools-and-libraries-52bb34023bdf>
- Vijayanagar, K. R. (2021, Abril). *What is mpeg-dash video streaming protocol? how does mpeg-dash work?* Recuperado de <https://ottverse.com/mpeg-dash-video-streaming-the-complete-guide/>
- Wikipedia. (1994, Diciembre). *Modelo osi*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI
- Wikipedia. (2012, Julio). *Perceptor multicapa*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Perceptr%C3%B3n_multicapa
- Wikipedia. (2020, Diciembre). *Videovigilancia ip*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Videovigilancia_IP
- Wikipedia. (2022, Octubre). *Cliente-servidor*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Videovigilancia_IP

Anexos

Anexo A: Manual de instalacion de la camara

Contenido de Anexo A

Anexo B: Instalación del servidor

Contenido de Anexo B

Anexo C: Instalación de la aplicación

Contenido de Anexo C