

Prototipo auxiliar a los Circuitos Cerrados de Televisión para la detección de posibles amenazas con armas de fuego cortas mediante aprendizaje profundo.

Trabajo Terminal No. TT1 - 2021 A071

Alumnos: Sánchez Ortega José Adrián, Vite de la Cruz Ignacio.

Directores: Cortez Duarte Nidia Asunción, Kolesnikova Olga.

**e-mail: PantojaSanchezVite@gmail.com*

Resumen – Las técnicas de aprendizaje profundo que relacionan la seguridad y videovigilancia han ido evolucionando y aumentando su funcionalidad en diversos ámbitos de la vida diaria. En este trabajo terminal se propone emplear estas técnicas en la automatización de detección de armas de fuego cortas en videos obtenidos de sistemas de circuito cerrado de televisión, con fines auxiliares en la vigilancia y control de espacios específicos.

Palabras Clave – Visión Computarizada, Aprendizaje Profundo, Aprendizaje Automático, Seguridad, Armas de fuego, Amenazas.

1. Introducción

En la actualidad América Latina es considerada una de las regiones con más muertes por armas de fuego, colocando a México como el tercer país a nivel mundial [1].

Definiremos un arma de fuego como aquellos instrumentos que hacen uso de la presión generada por gases producto de pólvora a efecto de impulsar uno o varios proyectiles lanzados a gran velocidad. Tomando en cuenta la siguiente clasificación:

- armas cortas: diseñada para ser utilizada con una sola mano, cuyo cañón no exceda de 30 cm. Por ejemplo: pistola automática, semiautomática o revolver [2], [3].
- armas largas: su utilización requiere del uso de ambas manos y/o apoyo en otra parte. Por ejemplo, fusil, fusil de asalto o metralleta [2], [3].

Durante las últimas décadas la relación entre imágenes y la seguridad se ha profundizado a gran velocidad. Actualmente dentro de la seguridad se hace la incorporación de Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) que hacen uso de ópticas, cámaras, sistemas de transmisión, conmutadores, equipos de grabación y monitores de vídeo [4], para capturar, recopilar, registrar y/o transmitir información visual [5], y poder monitorear espacios como parte de las tecnologías para el control social y la prevención situacional del delito [6].

De acuerdo con el INEGI en 2019 se operaban cerca de 53 mil 949 videocámaras de vigilancia para el ejercicio de la función de seguridad en todo el país [7].

Un operador de cámaras de vigilancia es aquella persona que se responsabiliza de manejar cámaras continuamente por horas seguidas [8]. Esta actividad requiere atención sostenida, principalmente al utilizar como medio de control teclados o mandos para seleccionar y mover las cámaras de manera remota y alternar entre primeros planos y planos generales, observando cuidadosamente las diferentes pantallas para identificar actividades delictivas, comportamientos sospechosos o inusuales, accidentes e incidentes de tipo no delictivo [9].

En México la videovigilancia tiende a tener una reacción ineficiente cuando se ha localizado un arma de fuego dentro de las cámaras de seguridad. El incidente o amenaza no es inmediatamente investigado, lo que genera una impunidad en delitos, donde las grabaciones tienen un lapso de almacenamiento de 7 días, una de las cuestiones más comunes es la ineficacia de los sistemas para alertar la posible amenaza existente [10].

1.1 Estado del Arte

A continuación, se muestran en la tabla 1 los proyectos relacionados con nuestro prototipo

Software	Características	Ubicación
Prototipo/Proyecto de Investigación [11].	Alarma de detección automática de pistola en videos, usando el aprendizaje profundo. Elaborando una métrica para el control de la detección de armas	Departamento de Ciencias de la Computación e Ingeniería Artificial. Universidad de Granada, España.
Prototipo/Proyecto de Investigación [12].	Detección de pistolas desde videos en vivo en tiempo real basado en Deep Learning. Sistema basado en una red neuronal convolucional (CNN), con un entrenamiento por MobileNetV3	Departamento de Ingeniería Computacional, Northern Technical University, Mosul, Iraq.
C5 [13].	Opera y monitorea más de 15 mil cámaras. Prevenir y alertar inmediatamente a autoridades de seguridad y emergencias capitalinas sobre cualquier situación de riesgo	Centro de comando, control, cómputo, comunicaciones y contacto ciudadano de la CDMX, México.
ANBU [14]	Sistema de detección de rostros y armas en perfiles de Instagram.	Instituto Politécnico Nacional, ESCOM, CDMX, México.
Solución Propuesta	Aplicación de Escritorio que permita el análisis de los videos que se transmiten en un CCTV para la detección de armas de fuego generando alertas.	Instituto Politécnico Nacional, ESCOM, CDMX, México.

Tabla 1. Estado del Arte

2. Objetivos

General

- Desarrollar un prototipo auxiliar a los Circuitos Cerrados de Televisión para la detección de posibles amenazas con armas de fuego cortas mediante aprendizaje profundo y análisis de imágenes.

Particulares

- Estudiar y seleccionar tecnología para el análisis de imágenes.
- Obtener un conjunto de datos para entrenamiento.
- Estudiar y seleccionar el conjunto de datos manejados.
- Analizar y seleccionar el algoritmo de entrenamiento.
- Estudiar, seleccionar e implementar alertas.
- Validar el prototipo con un conjunto de prueba.

3. Justificación

La videovigilancia se ha convertido en una especie de panacea para los problemas de seguridad. Cada vez que ocurre algún evento de relevancia, una de las primeras medidas de reacción es “instalar más cámaras”, lo cual crea expectativas que en muchas ocasiones no se cumplen porque, a pesar de “tener más cámaras”, los eventos siguen ocurriendo [15].

En este contexto, se proyectan dos vertientes para el uso de la videovigilancia, ambas igualmente valiosas, pero con diferentes perspectivas [15]:

- Como activador de una reacción ante emergencias, con la captación de los hechos en video se lograr el análisis en condiciones favorables para el algoritmo y en última instancia intervención humana, siendo capaz de grabar los incidentes y transmitirlos con oportunidad a las corporaciones de asistencia que tienen la capacidad de intervenir para atenderlo [15].

- Para un análisis forense de hechos ocurridos, también aportando la captación en video de los hechos, para que un recurso de análisis pueda identificar elementos de apoyo para algún propósito, por ejemplo, la identificación de presuntos responsables en la comisión de delitos [15].

Sin embargo, el monitoreo de CCTV's requiere demasiado esfuerzo y acaba provocando un deterioro en la ejecución, ya sea en el detrimento o menoscabo atencional, donde en adultos suele situarse entre los 20 y 35 min. [8]. Este tiempo de atención sostenida es poco por lo que resulta imposible revisar todo lo que pasa en las cabinas CCTV, teniendo mucha evidencia de delitos grabada pero no vista por nadie [16].

La ineficiencia de los sistemas de monitoreo suele adjudicarse a la elevada capacidad de atención sostenida que demanda esta actividad a los operadores. Debido a la deficiente facultad de monitorear un número limitado de cámaras de manera simultánea y en periodos de tiempo relativamente cortos, provocando la ocurrencia de errores humanos [16].

El prototipo propuesto en caso de la detección visual de armas de fuego cortas en los videos obtenidos del CCTV generará alertas que servirán como auxiliar para los operadores de sistemas de vigilancia, siendo necesario un tiempo prolongado con atención sostenida que se requiere por parte del recurso humano para el monitoreo efectivo, con la finalidad de disminuir la probabilidad de que pase desapercibida una amenaza de esta índole, por lo que el personal podrá ubicar de forma inmediata, permitiendo reportar a las personas involucradas, siguiendo los protocolos marcados según su organización, ahorrando recursos y tiempo.

4. Productos o Resultados esperados

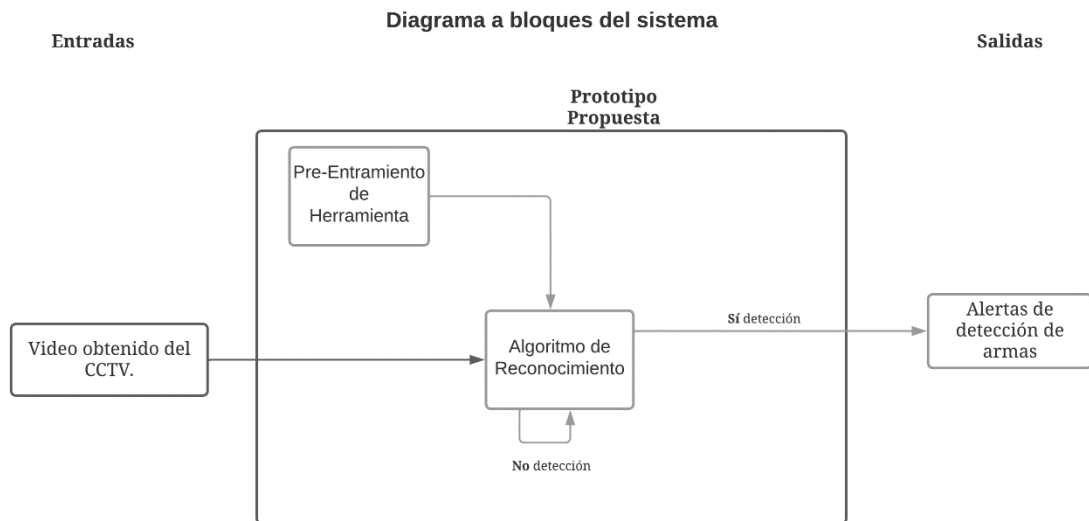


Imagen 1. Esquema de componentes

Productos esperados:

1. Prototipo de escritorio que permite la generación de alertas en caso de identificación de posible arma de fuego corta.
2. Manual de usuario.
3. Documentación técnica del sistema.

5. Metodología

El modelo de desarrollo en espiral es considerado una opción para proyectos donde hay un mayor riesgo de fallo, está estructurado para llevarse a cabo en un ciclo iterativo que se debe de repetir las veces que sea necesario hasta alcanzar el objetivo. Un modelo en espiral es dividido por el equipo de software en un conjunto de actividades estructurales, ellas representan un segmento de la trayectoria en espiral [17].

Etapas consideradas del modelo en espiral (ver Fig.1):

- **Planificación:** Determinar objetivos, definir alcance del ciclo que comienza, alternativas de solución, y restricciones que se dan para el proyecto [18], [19].
- **Análisis de Riesgos:** Identificación de riesgos que pueda tener el proyecto, evaluando todo aquello que pueda afectar, según el estado en que se encuentre y su grado de avance. Estos riesgos pueden ser técnicos, administrativos, humanos, políticos de seguridad, etc [18], [19].
- **Ingeniería o Implementación:** Desarrollo y validación del proyecto según el alcance acordado, Combinando el cómo (aspectos del diseño) y parte de la implementación (programación, pruebas) [18], [19].
- **Evaluación:** Analizar a detalle si los riesgos detectados en iteraciones anteriores ya tuvieron solución para determinar el avance del proyecto y dar pistas de hacia dónde debe enfocarse la próxima iteración siendo importante para el control de calidad y participación activa de las partes involucradas [18], [19].

Para el desarrollo de este trabajo terminamos sugerimos 3 vueltas para el espiral:

- **Ciclo 1:** Fundamentación teórica, maquetado de la interfaz gráfica, tratamiento de imágenes y estudio de factibilidad.
- **Ciclo 2:** Reconocimiento de objetos en video e interfaz gráfica.
- **Ciclo 3:** Pruebas

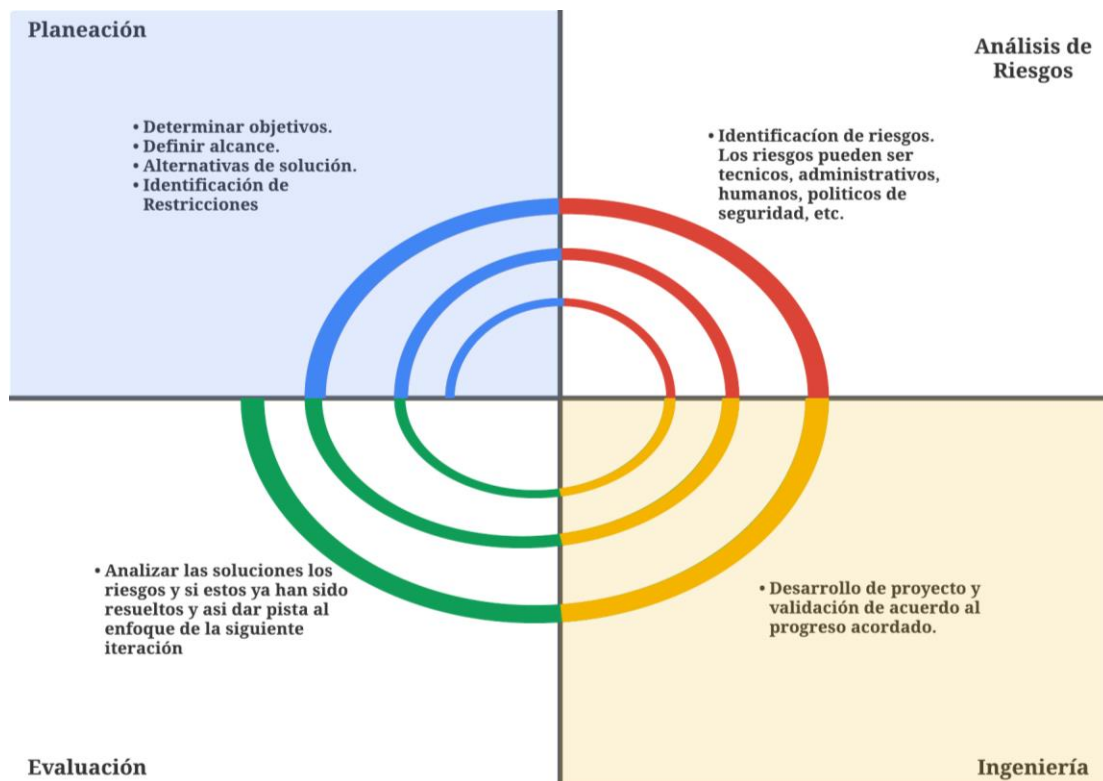
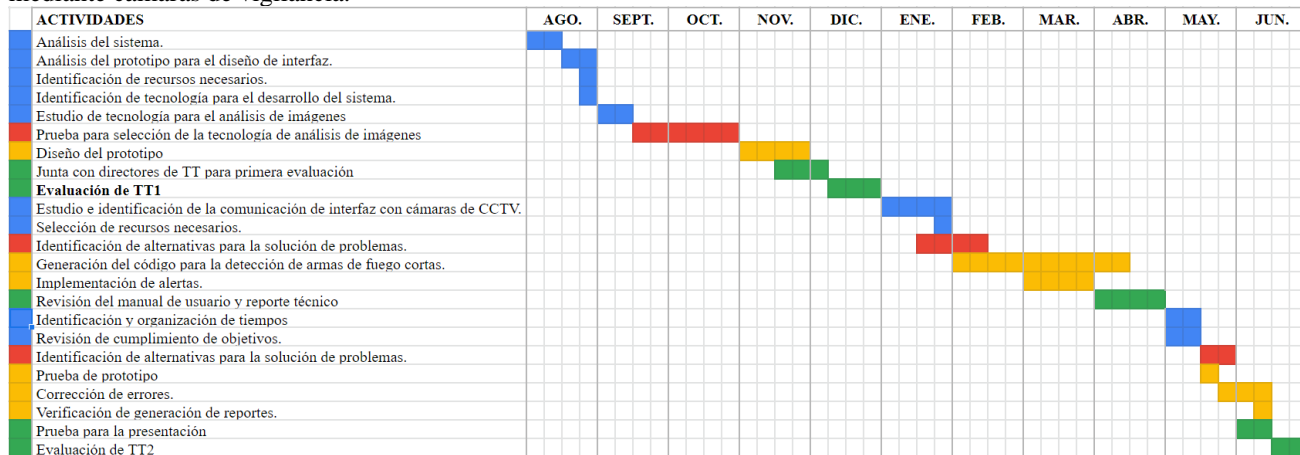


Imagen 2. Etapas en la metodología en espiral.

6. Cronograma

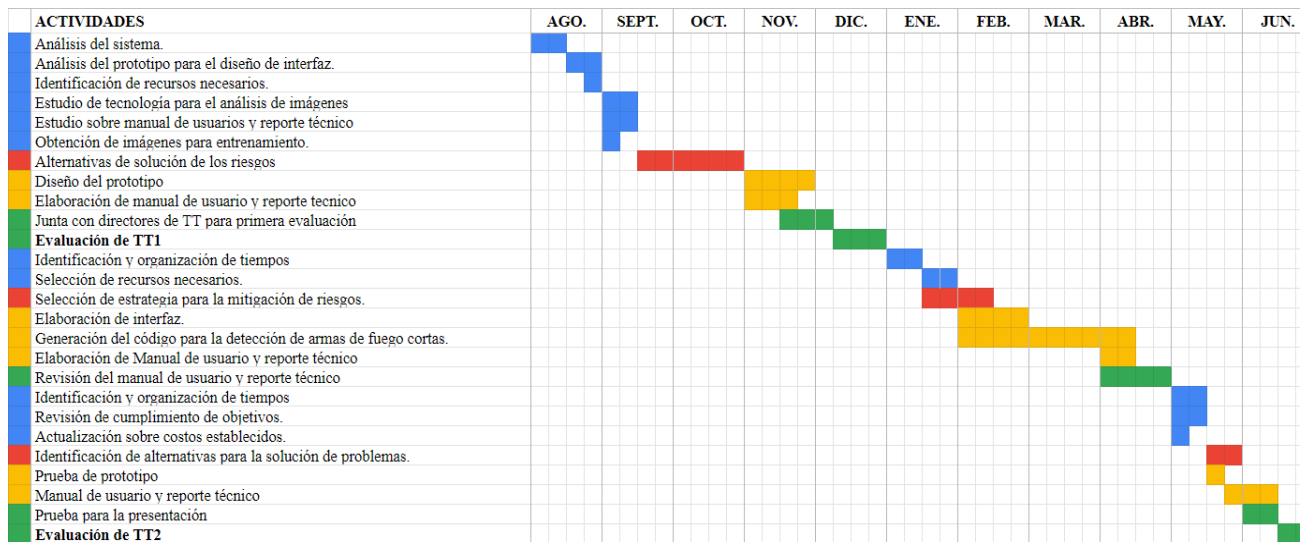
Nombre del alumno: Sánchez Ortega José Adrian

Título del TT: Prototipo auxiliar de seguridad para la detección de posibles amenazas con armas de fuego cortas mediante cámaras de vigilancia.



Nombre del alumno: Vite de la Cruz Ignacio

Título del TT: Prototipo auxiliar de seguridad para la detección de posibles amenazas con armas de fuego cortas mediante cámaras de vigilancia.



7. Referencias


- [1] Grupo Paprisa, “El uso de armas de fuego en México como problema”, *Usec Network Magazine*, 18 Ago., 2019
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, “Censo Nacional de Gobierno, Seguridad Pública y Sistema Penitenciario Estatales”, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/> [Accedido: Feb. 4, 2021]
- [3] Organización de las Naciones Unidas, “Fundamentos sobre Armas de Fuego y Municiones”, Modulo 2, Feb., pp. 6-12, 2019
- [4] F. Navarro, “Sistema de CCTV: ¿Cuáles son las ventajas de implementar este sistema?”, *Revistadigital INESEM*, 17 Ene., 2019
- [5] W. Deisman, CCTV: Literature Review and Bibliography, University of Ottawa, JS62-108/2003
- [6] A. Botello, Nelson,” Video-vigilancia del espacio urbano: tránsito, seguridad y control social”. *Andamios*, vol. 7, no. 14, Jun. , pp. 263-286, 2009.
- [7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, “Censo Nacional de Gobierno, Seguridad Pública y Sistema Penitenciario Estatales”, 2019 [En línea]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/cngspspe/2019/#Datos_abiertos [Accedido: Feb. 6, 2021].
- [8] M. Servera, J. Llabrés,” Prueba ganadora de la VIII Edición del Premio TEA para la realización de trabajos de investigación y desarrollo sobre tests y otros instrumentos de evaluación”, en VIII Edición del Premio TEA, Mallorca, pp. 3-10, 2004.
- [9] Educaweb, “Operador de cámaras de vigilancia”, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.educaweb.com/profesion/operador-cameras-vigilancia-625/> [Accedido: Abr. 8, 2021].
- [10] L. C. Jasso López, “Videovigilar sin castigar”, *nexos*, 21 Ago., 2017.
- [11] R. Olmos, S. Tabik, F. Herrera,” Automatic Handgun Detection Alarm in Videos Using Deep Learning”, Soft Computing and Intelligent Information Systems research group, Department of Computer Science and Artificial Intelligence, University of Granada, 2017.
- [12] M. Ghazal, N. Waisi, N. Abdullah,” The detection of handguns from live-video in real-time based on deep learning”. *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, Vol. 18, No. 6, Diciembre, pp. 3026-3032, 2020.
- [13] Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la Ciudad de México, “El C5 en la CDMX”. [En línea] Disponible en: <https://www.c5.cdmx.gob.mx/> [Accedido: Mar. 5, 2021].
- [16] ANBU, “Prototipo de motor de búsqueda de personas que tienen un perfil de violencia en la red social instagram a través de patrones de reconocimiento”, IPN, Escuela Superior de Computo, 2019.
- [15] D. Chong Chong, “¿Para qué Sirve la Videovigilancia?”, *SEGURIDAD EN AMERICA*, 3 Sep, 2020.
- [16] M. Reyes, L. Oliva, "Seguridad con videovigilancia", *CienciaUNAM*, 2018.
- [17] Pressman, R. S, Ingeniería del software: un enfoque práctico, Quinta edición. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- [18] ASPgems, “Metodología de desarrollo de software (III) – Modelo en Espiral”, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://aspgems.com/metodologia-de-desarrollo-de-software-iii-modelo-en-espiral/> [Acceso: May. 2, 2021]
- [19] C. M. Roberto, Introducción Al Análisis de Sistemas Y la Ingeniería de Software, primera edición. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2005.

8. Alumnos y directores.

Sánchez Ortega José Adrian. - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014, Tel. 55, email adrian.31297@gmail.com.


Firma: 

Vite de la Cruz Ignacio. - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014101797, Tel. 5529830238, email: ignaciovitedelacruz@gmail.com.

Firma: 

Cortez Duarte Nidia Asunción. - Maestra en Ciencias en Computación CINVESTAV-IPN 2009, Ing. en Sistemas Computacionales ESCOM-IPN 2006, Profesora en ESCOM Depto. de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Áreas de interés: criptografía, seguridad de información, hardware reconfigurable, aritmética computacional, diseño digital. Teléfono: 57-29-6000 ext. 52032, email: nidiacortez3@gmail.com, ncortezd@ipn.mx.

Firma: 

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Olga Kolesnikova. - Doctora en Ciencias de Computación por el Centro de Investigación en Computación del IPN, Profesora de la ESCOM desde 2013. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, las Redes Temáticas de CONACYT en Tecnologías del Lenguaje y en Tecnologías de Educación, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial (SMIA). Es autora de publicaciones científicas, directora de proyectos de investigación SIP-IPN, revisora de revistas científicas internacionales. Áreas de investigación: procesamiento de lenguaje natural e inteligencia artificial. Tel. 57296000 Ext. 52027, email: kolesolga@gmail.com.

Firma: 