



Instituto Politécnico Nacional

**Escuela Superior de Física y
Matemáticas**

Carlos Armando Vázquez Valdez

Seminario de Titulación

Gallegos Mendez Dennys Ingrid

**Detección de personas en situaciones de
ahogamiento mediante procesamiento de
video con técnicas de deep learning.**

8MM1

Indice

Inicio	0
Introducción	3
Objetivos y Metas	5
Marco Teórico	7
Metodología	10
Análisis de Riesgos	11

Fuentes

Introducción

El ahogamiento es una de las principales causas de defunción por traumatismos no deliberados a nivel mundial, representando el 7% de todas las muertes relacionadas con traumatismos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que, anualmente, se producen aproximadamente 236,000 muertes por ahogamiento, subrayando la gravedad de este problema de salud pública a nivel global. Estas cifras, aunque alarmantes, pueden no reflejar la magnitud real del problema debido a limitaciones en la recopilación y reporte de datos en diferentes regiones, especialmente en países de ingresos bajos y medianos.

El ahogamiento se define como las dificultades para respirar tras la inmersión en un líquido. Afecta de manera desproporcionada a determinados grupos de población, especialmente a niños y varones. Los niños de entre 1 y 4 años de edad presentan las tasas de ahogamiento más elevadas a nivel mundial, seguidos por aquellos de entre 5 y 9 años. Estos eventos trágicos suelen ocurrir por falta de supervisión y conocimientos básicos de natación y seguridad acuática.

En México, el ahogamiento también constituye una de las principales causas de muerte accidental, particularmente en niños, adolescentes y adultos mayores. En respuesta, el gobierno mexicano ha implementado el Modelo para la Prevención de Ahogamientos en Grupos Vulnerables a través de la Secretaría de Salud y el STCONAPRA, con estrategias dirigidas a reducir la incidencia de estos trágicos eventos **【GOB.MX】**.

A nivel internacional y nacional, los esfuerzos de prevención se han concentrado en medidas como la instalación de barreras físicas alrededor de masas de agua, la enseñanza de habilidades básicas de natación y seguridad en el agua desde la infancia, y la promoción de la vigilancia adulta. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, las tasas de mortalidad por ahogamiento siguen siendo elevadas, lo que subraya la necesidad de explorar y desarrollar nuevos enfoques y tecnologías para la prevención.

La implementación de técnicas avanzadas como el aprendizaje profundo (deep learning) en la detección de personas en situaciones de ahogamiento representa una innovadora y prometedora dirección en la prevención de ahogamientos. Este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema de vigilancia automatizado utilizando redes neuronales profundas para la detección en tiempo real de individuos en riesgo de ahogamiento en diversos entornos acuáticos, como piscinas, albercas y el mar. A través de la analítica de video y el procesamiento de imágenes, este enfoque busca superar las limitaciones de los métodos de vigilancia convencionales, ofreciendo una herramienta de prevención más efectiva y proactiva contra uno de los problemas de salud pública más acuciantes de nuestra era.

Fuentes Consultadas:

OMS: Informe mundial sobre los ahogamientos 2014.

Secretaría de Salud México: Modelo para la Prevención de Ahogamientos en Grupos Vulnerables.

Este trabajo se inscribe dentro de una preocupación global por la seguridad en entornos acuáticos y representa un paso adelante en la aplicación de la tecnología para la preservación de vidas humanas. En las siguientes secciones, se desarrollará con mayor detalle la metodología propuesta, el diseño del sistema basado en deep learning y su potencial aplicación en diferentes contextos y regiones.

Objetivos y Metas

Objetivo General:

Desarrollar un sistema integrado de detección y alerta temprana para la identificación de patrones de ahogamiento en entornos acuáticos, que permita la emisión automática de alarmas a través de medios de comunicación digital (SMS, aplicaciones móviles, Facebook, WhatsApp, etc.), mejorando la respuesta inmediata y la posibilidad de rescate.

Metas Específicas:

- **Investigación y Desarrollo:**
 1. Investigar y definir los patrones específicos de movimiento y señales fisiológicas que indican un potencial ahogamiento.
 2. Desarrollar algoritmos de detección basados en inteligencia artificial que identifiquen estos patrones en tiempo real.
 3. Crear una plataforma de software que integre la detección de ahogamientos con sistemas de envío de alertas.
- **Prototipo y Pruebas:**
 1. Desarrollar un prototipo funcional del sistema de detección y alerta temprana.
 2. Realizar pruebas piloto en entornos controlados para validar la eficacia del sistema y ajustar los algoritmos según sea necesario.
 3. Implementar el sistema en un entorno real con voluntarios para realizar pruebas de campo y recopilar datos para futuras mejoras.
- **Implementación y Difusión:**
 1. Desarrollar un plan de implementación para la integración del sistema en instalaciones acuáticas públicas y privadas.
 2. Crear material educativo y programas de capacitación para usuarios y personal de emergencia sobre el uso y beneficios del sistema.
 3. Establecer colaboraciones con organismos de seguridad, servicios de emergencia y comunidades locales para promover la adopción y uso efectivo del sistema.
- **Evaluación y Mejora Continua:**
 1. Diseñar un marco de evaluación para medir la eficacia del sistema en la reducción del tiempo de respuesta en situaciones de ahogamiento y en la prevención de accidentes fatales.
 2. Recopilar y analizar datos de uso y desempeño del sistema para realizar mejoras continuas.
 3. Publicar los resultados de la investigación y las mejoras del sistema para contribuir al conocimiento y prácticas de seguridad en entornos acuáticos.

Marco Teórico

El presente marco teórico aborda la problemática del ahogamiento desde una perspectiva global, integrando conocimientos multidisciplinarios que incluyen la salud pública, la ingeniería, la inteligencia artificial y la sociología. Este marco es fundamental para comprender en profundidad el problema del ahogamiento y las estrategias de intervención basadas en la tecnología.

1. Epidemiología y Factores de Riesgo del Ahogamiento

La epidemiología del ahogamiento proporciona una comprensión de las dimensiones y características del problema a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el ahogamiento es una de las principales causas de muerte accidental, con una distribución desigual según la edad, el género y la geografía. Los factores de riesgo asociados incluyen la falta de habilidades de natación, la ausencia de barreras físicas cerca del agua, la falta de supervisión, el consumo de alcohol y las condiciones meteorológicas y ambientales adversas.

2. Teorías de la Prevención del Ahogamiento

Las teorías de prevención del ahogamiento se basan en la educación, la supervisión, la regulación y la ingeniería para mitigar los factores de riesgo. La instalación de vallas de seguridad, la implementación de programas de natación y seguridad acuática, y la promoción de la supervisión de adultos son estrategias comprobadas. Estos enfoques se complementan con políticas públicas y regulaciones que buscan crear entornos más seguros.

3. Tecnología y Prevención de Ahogamientos

La tecnología juega un papel crucial en la innovación de las estrategias de prevención de ahogamientos. Los avances en inteligencia artificial, en particular el aprendizaje profundo (deep learning), ofrecen nuevas oportunidades para la vigilancia y la detección de incidentes en tiempo real. Los sistemas basados en cámaras y algoritmos de reconocimiento de patrones pueden identificar situaciones de riesgo antes de que se conviertan en tragedias.

4. Inteligencia Artificial en la Seguridad Acuática

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la seguridad acuática incluye el desarrollo de sistemas de detección de ahogamiento basados en el aprendizaje profundo. Estos sistemas analizan imágenes y videos en tiempo real para detectar patrones de movimiento asociados con el ahogamiento, lo que permite la activación inmediata de alertas. El procesamiento de imágenes y el análisis de video son componentes clave de esta tecnología, lo que requiere una comprensión profunda de los algoritmos de IA y la mecánica del movimiento humano en el agua.

5. Desafíos y Oportunidades en la Implementación de Tecnología

La implementación de tecnología avanzada en entornos acuáticos enfrenta desafíos, incluidos aspectos éticos, la precisión del sistema, la privacidad de los datos y la adaptación al contexto cultural y ambiental. La aceptación por parte de la comunidad y las autoridades reguladoras es fundamental para el éxito de estos sistemas. Además, la capacitación y educación de los usuarios finales y los profesionales de emergencia son esenciales para maximizar la efectividad y la respuesta ante incidentes.

6. Marco Legal y Normativo

El desarrollo e implementación de tecnologías de prevención de ahogamiento deben considerar el marco legal y normativo existente. Esto incluye la regulación de la seguridad acuática, la privacidad de datos y los estándares tecnológicos. La colaboración con organismos de seguridad y reguladores es crucial para garantizar que las soluciones tecnológicas sean seguras, efectivas y conformes a las leyes y regulaciones locales.

7. Perspectivas Globales y Locales en la Prevención de Ahogamientos

La prevención de ahogamientos es un desafío global que requiere soluciones localizadas. Las estrategias de prevención deben adaptarse a las condiciones locales, incluyendo la cultura, el entorno acuático, los recursos disponibles y las necesidades específicas de la población. La colaboración internacional y el intercambio de conocimientos y mejores prácticas pueden mejorar significativamente la efectividad de las intervenciones.

Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de un sistema de detección y alerta temprana de ahogamientos en entornos acuáticos se estructura en varias etapas clave, incorporando el uso de herramientas avanzadas de visión por computadora y aprendizaje automático, específicamente OpenCV y YOLOv8. Esta metodología detallada asegura un enfoque riguroso y estructurado para abordar la problemática del ahogamiento mediante tecnología de punta.

1. Revisión Bibliográfica y Recolección de Datos

La primera etapa implica una extensa revisión bibliográfica sobre técnicas de visión por computadora aplicadas a la detección de ahogamientos y comportamientos anómalos en entornos acuáticos. Paralelamente, se realizará la recolección y el análisis de conjuntos de datos de video que muestran una variedad de comportamientos humanos en contextos acuáticos, incluyendo situaciones de nado normal y escenarios de ahogamiento. Estos datos servirán como base para el entrenamiento y la evaluación de modelos de detección.

2. Preprocesamiento de Datos y Aumento

Los datos recopilados se someterán a un proceso de preprocesamiento que incluye la eliminación de ruido, la normalización y la segmentación. Además, se aplicarán técnicas de aumento de datos para mejorar la robustez del modelo ante variaciones de iluminación, distorsiones y otros factores ambientales. Esto es crucial para asegurar que el sistema pueda operar de manera eficiente en diferentes entornos y condiciones de iluminación.

3. Implementación de la Detección de Objetos con OpenCV y YOLOv8

Utilizaremos OpenCV para el procesamiento inicial de imágenes y videos, aprovechando sus funciones para la detección de movimientos y cambios en el medio acuático. Posteriormente, integraremos YOLOv8, un modelo de detección de objetos de última generación, para identificar y localizar personas en las imágenes de video. Personalizaremos YOLOv8 para reconocer patrones específicos de movimiento y posturas que indican un posible ahogamiento.

4. Entrenamiento y Ajuste del Modelo

El modelo YOLOv8 será entrenado utilizando una combinación de datos reales y simulados para aprender a identificar señales de ahogamiento con alta precisión. Realizaremos una serie de iteraciones de entrenamiento, ajustando los parámetros del modelo y optimizando su arquitectura para mejorar la tasa de detección y reducir los falsos positivos. Este proceso incluirá técnicas de transferencia de aprendizaje para acelerar la convergencia y mejorar la generalización del modelo.

5. Evaluación del Modelo y Pruebas de Validación

Después del entrenamiento, evaluaremos la precisión del modelo utilizando un conjunto de datos de prueba independiente. Mediremos la efectividad del sistema mediante

métricas como la precisión, la sensibilidad (recall) y el valor F1. Además, realizaremos pruebas piloto en entornos controlados para evaluar la capacidad de respuesta y la efectividad del sistema en condiciones reales, ajustando el modelo según sea necesario.

6. Integración con Sistemas de Alerta y Despliegue

Una vez validado, el sistema se integrará con plataformas de alerta temprana que puedan comunicarse con los equipos de rescate o con los responsables de la seguridad en las instalaciones acuáticas. Desarrollaremos interfaces de usuario intuitivas para facilitar el monitoreo en tiempo real y la gestión de alertas. Además, elaboraremos un plan de implementación detallado para la instalación y el despliegue del sistema en diferentes entornos acuáticos.

7. Capacitación de Usuarios y Mantenimiento del Sistema

Proporcionaremos formación a los usuarios finales, incluyendo personal de salvavidas y operadores de instalaciones acuáticas, para garantizar un uso efectivo y eficiente del sistema. Además, estableceremos un programa de mantenimiento y actualización para el sistema, que incluirá la recalibración regular del modelo y la actualización del software para adaptarse a nuevos desafíos y avances tecnológicos.

8. Evaluación Continua y Mejora del Sistema

Finalmente, implementaremos un marco de evaluación continua para monitorear la efectividad del sistema y recopilar feedback de los usuarios. Esta retroalimentación será utilizada para realizar mejoras continuas en el software y los algoritmos, asegurando que el sistema se mantenga a la vanguardia en términos de precisión, confiabilidad y facilidad de uso. Se establecerán métricas de rendimiento claras y se realizarán auditorías periódicas para evaluar el impacto del sistema en la prevención de ahogamientos y en la mejora de los tiempos de respuesta en situaciones de emergencia.

9. Análisis de Impacto y Diseminación de Resultados

Se llevará a cabo un análisis de impacto para evaluar los resultados del despliegue del sistema en términos de reducción de incidentes de ahogamiento y mejora de las operaciones de rescate. Los resultados y las lecciones aprendidas se documentarán y compartirán con la comunidad académica, los profesionales de la seguridad acuática y el público en general, a través de publicaciones, conferencias y talleres. Este paso es fundamental para promover la adopción generalizada de tecnologías avanzadas en la prevención de ahogamientos y para contribuir al cuerpo de conocimiento en este campo vital.

10. Escalamiento y Adaptación Global

Una vez demostrada la efectividad del sistema, se desarrollará un plan para su escalamiento y adaptación a diferentes contextos y geografías. Esto incluirá la adaptación del sistema a diferentes tipos de entornos acuáticos, culturas y regulaciones locales. El objetivo es maximizar el alcance y el impacto del sistema en la prevención global de ahogamientos, trabajando en colaboración con organizaciones internacionales, gobiernos y comunidades locales.

11. Retroalimentación y Actualización Continua

El sistema estará sujeto a un proceso de retroalimentación y actualización continua, basado en la interacción constante con los usuarios finales y los avances tecnológicos en el campo de la inteligencia artificial y la visión por computadora. Esto permitirá que el sistema se adapte a nuevos desafíos y mejore su rendimiento y usabilidad de manera continua.

Conclusión de la Metodología

La metodología propuesta proporciona un marco detallado y estructurado para el desarrollo e implementación de un sistema avanzado de detección y alerta temprana para la prevención de ahogamientos. Al combinar técnicas avanzadas de visión por computadora con un enfoque iterativo y basado en evidencia, esta metodología no solo apunta a resolver un problema crítico de salud pública sino también a establecer un nuevo estándar en la aplicación de la inteligencia artificial para la seguridad acuática. La colaboración interdisciplinaria y la integración de feedback de usuarios aseguran que el sistema sea efectivo, fácil de usar y adaptable a las necesidades cambiantes de la sociedad.

METODOLOGIA.

Describe cómo planeas desarrollar e implementar tu sistema de seguridad. Esto puede incluir tecnologías utilizadas, procesos de diseño y pruebas, y métodos de evaluación.

Análisis de Riesgos: Identifica los riesgos específicos que tu sistema pretende mitigar. Analiza la probabilidad y el impacto de estos riesgos para priorizar las áreas de enfoque.

FUENTES

Introducción

<https://www.gob.mx/salud/documentos/modelo-para-la-prevencion-de-ahogamientos-en-grupos-vulnerables-en-mexico-101834?state=published>

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drowning>

Introducción