

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se plantea de forma general el problema que motivó el presente trabajo de investigación. Asimismo, se abordan y describen los objetivos de esta tesis, exponiendo de forma detallada los trabajos previos realizados en el área y los antecedentes de cada una de las teorías involucradas. Finalmente, se expone la organización de los capítulos que componen este documento.

1.1 Antecedentes

Los incendios forestales se han convertido en un grave problema ecológico debido a la frecuencia e intensidad que han adquirido dichos fenómenos en las últimas décadas. Por causa de la acción del hombre, el fuego ha dejado de ser un elemento natural que modela el paisaje para convertirse en una amenaza para la ecología mundial. Los daños causados por los incendios forestales van desde el impacto ecológico; como lo es el daño en la flora y la fauna, cambio en los ciclos hidrológicos, erosión de suelos, cambios en la atmósfera y calidad del aire; hasta consecuencias económicas y sociales como la pérdida de vidas humanas, destrucción de paisajes o infraestructuras creadas por el hombre, etc.

La forma más simple de detectar incendios forestales consiste en brigadas de guardabosques que vigilan determinadas áreas de bosque, ya sea patrullando la zona o desde torres ubicadas estratégicamente, emitiendo una alarma por radio en caso de que se detecte un incendio forestal. Este sistema de brigadas resulta ineficiente y poco práctico debido a las extensas áreas que deben vigilarse, los horarios y las distribuciones geográficas de dichos grupos.

Mediante el uso de nuevas tecnologías, la detección de incendios forestales ha tenido significativas mejoras en los últimos veinte años. Uno de los métodos más eficientes desarrollados recientemente aprovecha el uso de cámaras de video para monitorear extensas áreas de bosque y así dar aviso a los equipos encargados de controlar y extinguir los incendios forestales cuando estos se presenten. Los dispositivos de monitoreo remoto pueden ser automatizados utilizando sistemas que analicen el video y emitan la alarma en caso de detectar posibles incendios forestales. De esa forma se logra minimizar el número de personas que deben observar los monitores de cada cámara y, por lo tanto, se puede aumentar el número de cámaras en una región sin necesidad de emplear más personas para realizar dicha labor.

Según la referencia [VEN00], el monitoreo automatizado de bosques para la detección de incendios forestales fue utilizado por primera vez en 1994 por la empresa Firehawk en Sudáfrica, este sistema probó ser un éxito reduciendo las hectáreas devastadas por este fenómeno de 5.68 hectáreas en promedio por incendio a solo 0.7 hectáreas por incendio, habiendo detectado 153 incendios, de los cuáles 87 se detectaron por la noche utilizando la capacidad de videograbación en el espectro infrarrojo de las cámaras utilizadas por este sistema.

Un ejemplo de monitoreo de bosques utilizado actualmente en el estado de Puebla, consta de un sistema de video-vigilancia de bosques con 16 cámaras ubicadas en las 5 zonas de mayor incidencia de incendios en el estado: Ixtapopo, Tehuacán, González Ortega, Oyameles y Ciénaga Larga. Estas cámaras han logrado reducir el número de hectáreas siniestradas de 8,136 hectáreas en el año 2005 a 3,305 hectáreas en el año 2006 [SMNR10]. Tal como se observa en la Figura 1.1, en el estado de Puebla se cuenta con una red inalámbrica para transmisión de datos y envío de señales



Figura 1.1 Mapa de redes de telecomunicaciones y cámaras de monitoreo del SICOM

de video de las 16 cámaras que se tienen instaladas.

Sin embargo las señales de video deben ser analizadas por una persona que se encarga de vigilar los videos y determinar en qué zonas existe un posible incendio, este sistema, aún siendo más eficiente que las brigadas de protección, resulta poco eficaz debido a la cantidad de videos que deben ser analizados por una sola persona, la capacidad de ésta para determinar si existe o no un incendio forestal y su constante presencia analizando los monitores de video.

1.2 Planteamiento del problema

Dado que el humo se presenta, la mayoría de las veces, antes que las flamas en un incendio forestal, se requieren algoritmos de procesamiento digital de imágenes capaces de detectar automáticamente la presencia de “columnas de humo”, que denotan el inicio de un posible incendio forestal. Estos algoritmos deben analizar una secuencia de video y definir si existe o no una zona de humo que se esté generando en la escena.

La detección automática de incendios forestales analizando secuencias de video presenta un gran desafío ya que su rendimiento actual es inferior, en términos de tarifa de detección y la tarifa de falsa alarma, a los tradicionales detectores de humo que muestrean el aire en busca de ciertas partículas que presenta el humo. Este rendimiento es menor debido, principalmente, a la variabilidad en la densidad de humo, la iluminación de escena, el fondo diverso, objetos interfiriendo en la escena y principalmente porque el humo es difícil de modelar y la mayor parte de los métodos de procesamiento de imágenes comunes no caracterizan bien el humo [XIO07]. Sin embargo, los tradicionales sensores de humo, temperatura e infrarrojos presentan la gran desventaja que deben estar considerablemente cerca de un incendio para detectarlo, haciéndolos inutilizables en áreas extensas y propiamente inadecuados para la detección de incendios forestales.

Para realizar dicha detección se plantea un esquema como el visto en la Figura 1.2, en el cual se pretende aplicar un bloque de pre-procesamiento para mejorar la calidad de la imagen. Posteriormente se desarrollará un algoritmo basado en wavelets para la detección de columnas de humo. Por último se desarrollan algoritmos para la comprobación de dichas columnas de humo, estos algoritmos se basan en el cálculo de áreas y alturas de las manchas de humo para intentar discernir entre una mancha de humo y neblina, nubes u otros objetos que pudieran parecerse al humo.

El desarrollo de un sistema de detección automatizado presenta la ventaja de reducir el número de personas que deben monitorear los videos en busca de incendios, así como ser capaz de trabajar las 24 horas del día, sin embargo, la detección automática de incendios presenta grandes desafíos ya que resulta muy difícil caracterizar el modelo matemático del humo en incendios forestales

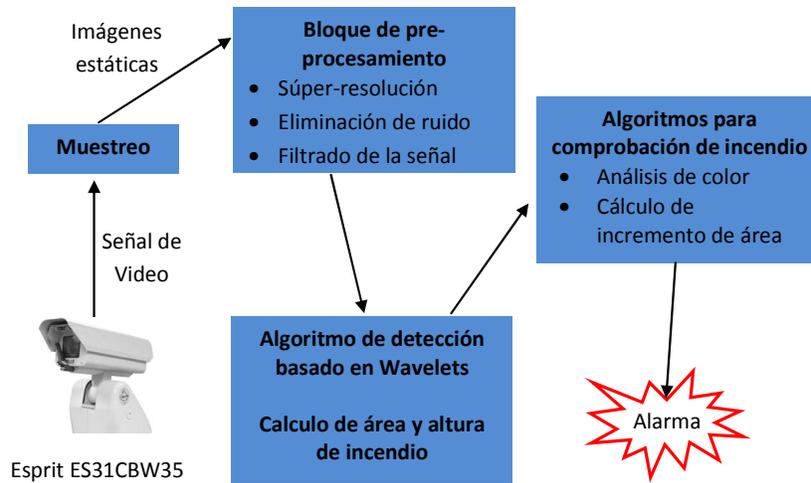


Figura 1.2 Metodología planteada para detectar columnas de humo en secuencias de video al aire libre

[UGU05], además de que utilizar un mismo criterio de evaluación en todos los casos no resulta adecuado para analizar todos los posibles escenarios de un incendio forestal en sus primeras etapas.

1.3 Trabajos previos

Numerosos métodos para detectar humo y/o flamas en secuencias de video capturadas en el espectro visible han sido propuestos. Estos métodos se enfocan en diferentes características de una imagen en presencia de humo, como lo son el movimiento [KOP00], la geometría de imágenes [FUJ04], cambios en los bordes [UGU05], correlación, varianza [VIC02], etc. Sin embargo, los métodos que se consideran relevantes para el desarrollo del presente trabajo son los siguientes:

1. Töreyn *et al.* Proponen extraer características de una imagen tales como el movimiento, parpadeo, y el desvanecimiento de contornos haciendo uso de la transformada temporal wavelet [UGU05].

2. Kim and Wang plantean detectar ROIs que presenten cambios significativos al sustraer una imagen sin humo de la imagen a analizar para finalmente determinar la presencia o no de humo mediante un análisis de color y forma [KIM09].
3. Töreyn *et al.* En un trabajo basado en variaciones de energía después de evaluar una imagen con la transformada discreta wavelet (DWT) encuentran que la energía, en altas frecuencias, de una imagen disminuye en presencia de humo [UGU06].

Mediante el análisis de los citados métodos se facilita la comprensión del problema y a partir de las ideas encontradas en dichos artículos se propone y desarrolla una solución para la detección de humo en secuencias de video al aire libre.

1.4 Objetivo de la investigación

El objetivo del presente trabajo de tesis es desarrollar un algoritmo, basado en la transformación wavelet (WT), para detectar columnas de humo en secuencias de video al aire libre. La metodología empleada para este propósito es la siguiente:

- Análisis de los algoritmos existentes para la detección de columnas de humo en secuencias de video.
- Propuesta de un método de detección utilizando la transformada wavelet estacionaria (SWT).
- Propuesta de un método de confirmación de incendios, utilizado para reducir el número de falsas alarmas generadas por el algoritmo de detección.
- Implementación del método propuesto en MatLab, simulación y análisis de

los resultados utilizando diversos videos de incendios forestales.

1.5 Organización de la tesis

El trabajo reportado en esta tesis se organiza como sigue:

En el Capítulo 2 se presentan los conceptos generales de procesado digital de imágenes y se explican los algoritmos utilizados en este trabajo.

En el Capítulo 3 se explican los antecedentes históricos y las bases de la teoría wavelet. Se explican las características de las transformadas DWT y SWT evaluando sus ventajas y desventajas. El capítulo concluye con la explicación de métodos de reducción de ruido en señales utilizando algoritmos de designación de umbral.

El Capítulo 4 expone el método propuesto para detectar columnas de humo en secuencias de video al aire libre. Se explican los 3 bloques en que fue dividido el método (pre-procesamiento, detección y confirmación).

En el Capítulo 5 se presentan los resultados de las simulaciones empleando el método propuesto y una comparación haciendo uso de un método similar utilizando un filtro gaussiano pasa-bajas, en lugar del filtrado de altas frecuencias wavelet propuesto. Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia del método propuesto.

Finalmente se presentan, en el Capítulo 6, las conclusiones generadas durante el trabajo de tesis, así como el trabajo a futuro de esta investigación.