

CAPÍTULO 4

MÉTODO PROPUESTO PARA DETECCIÓN DE COLUMNAS DE HUMO

En este capítulo se detalla el método propuesto para detectar columnas de humo en secuencias de video al aire libre haciendo uso de la SWT. Se expone el funcionamiento del algoritmo de manera general y se explica a detalle los 3 bloques principales en que sub-divide el método propuesto; un bloque de pre-procesamiento, uno de detección y finalmente uno de confirmación de incendio.

4.1 Introducción

La idea en la cual se basa este trabajo es principalmente la propuesta por Töreyn et al [UGU05], en donde se plantea que el humo gradualmente suaviza los bordes de los objetos en una imagen. En sus trabajos Töreyn et al, desarrollan diversos métodos para la detección de humo y flamas, especialmente el trabajo presentado en [UGU06] menciona que, “en presencia de humo existen variaciones de energía en una imagen de intensidades, al ser evaluado con la DWT”. Dichas variaciones se presentan como una disminución de la energía en altas frecuencias. Después del análisis de varios trabajos de detección de humo en secuencias de video se propone un método de detección de humo en el espectro visible, basado en la SWT.

Para detectar columnas de humo se parte de la idea de analizar imágenes estáticas de una secuencia de video, utilizando diferentes técnicas de procesado de señales. Con la finalidad de organizar de manera más eficiente el algoritmo que se presenta, éste fue dividido en 3 bloques principales (ver Figura 4.1) los cuales se

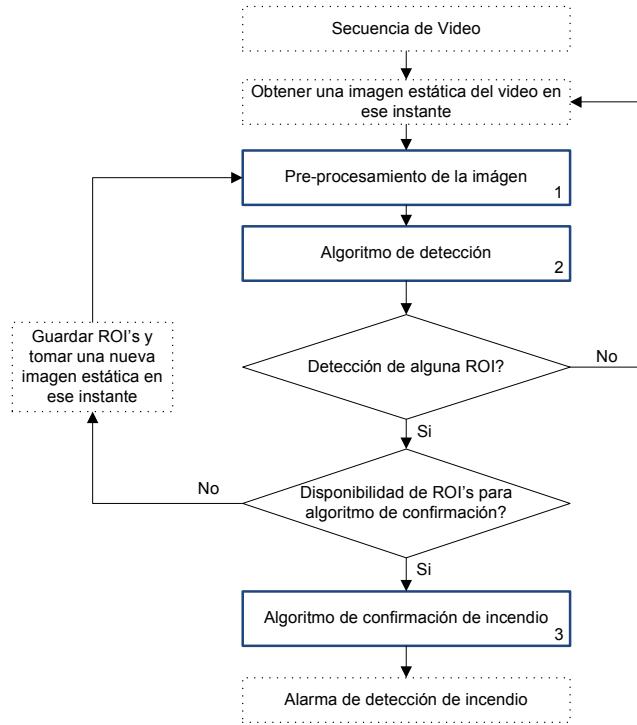


Figura 4.1 Perspectiva general del método propuesto

explicarán detalladamente en secciones posteriores de este capítulo. Se comienza por obtener imágenes estáticas RGB de una secuencia de video, posteriormente se introducen estas imágenes en un bloque de pre-procesamiento. El bloque de pre-procesamiento (Figura 4.1, 1) se encarga de mejorar la calidad de la imagen y convertirla en diferentes formatos útiles para el bloque de detección. El bloque de detección (Figura 4.1, 2), se basa en la SWT, debido a sus ventajas sobre otras transformadas wavelets para la detección de bordes y también por su característica de no presentar decimación. Éste bloque de detección analiza la imagen comparándola con una imagen de la misma escena que no presenta un humo y define ROIs para las posibles regiones de la imagen que presentan columnas de humo. Finalmente el bloque de confirmación de incendio (Figura 4.1, 3) se encarga de analizar las ROIs del presente cuadro a analizar o “frame”, comparándolas con un nuevo cuadro tomado un intervalo de tiempo después (tiempo de procesado del algoritmo), decidiendo si las

ROIs detectadas inicialmente corresponden a una columna de humo, o no. Este número de ROIs que se detectan inicialmente, depende en gran medida del tipo de escena que se analiza (pastizal, bosque, presencia de neblina, iluminación debido a la hora del día, etc).

4.2 Bloque de pre-procesamiento

La metodología que se sigue para una mejor explicación del método puede ser observada en la Figura 4.2 y en el resto del capítulo. Se explican los pasos seguidos por el método propuesto en forma de un diagrama a bloques, en donde cada sub-bloque tiene el número que corresponde a la sección que lo explica. Las imágenes de entrada al sistema se definen como I 's, las imágenes internas o de memoria M 's y las imágenes de salida O 's.

El bloque de pre-procesamiento transforma dos imágenes, una del frame actual en el que se buscan ROIs $I1$ y otra de una misma escena que no presenta incendios $I2$, en una serie de imágenes en diferentes formatos que se analizarán con el algoritmo de

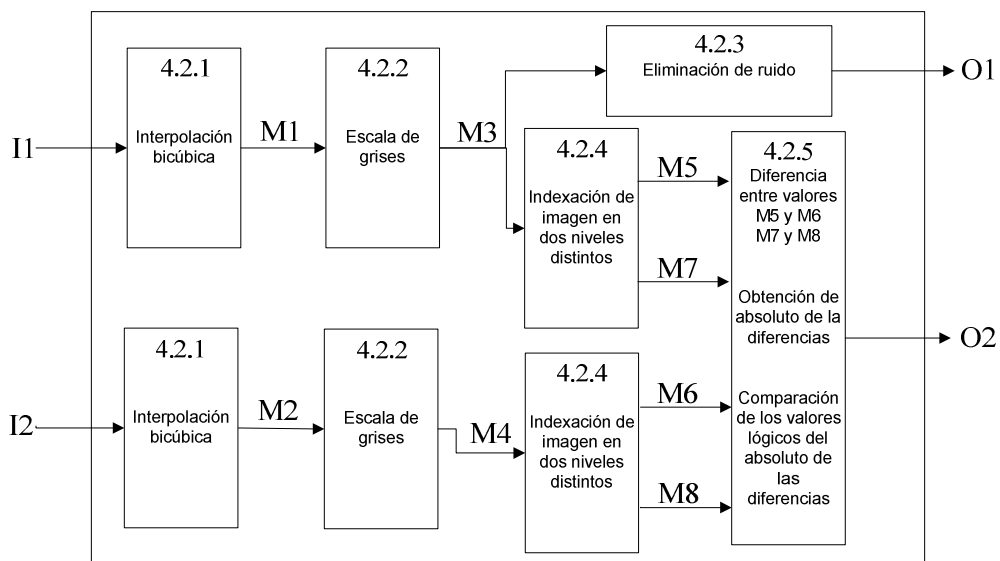


Figura 4.2 Diagrama de funcionamiento del bloque de pre-procesamiento

detección.

Las imágenes que acepta el bloque de pre-procesamiento deben estar en un formato RGB (una matriz de números enteros de 8 bits de $3 \times M \times N$), y pueden ser de cualquier tamaño ya que el bloque las aumentará o reducirá a un tamaño adecuado para el resto del método (por el momento se define arbitrariamente el doble del tamaño original de las imágenes de la referencia [SMNR10], 560 largo X 704 ancho, sin embargo se piensa en establecer un tamaño adecuado para otras transformadas como la 2D-DWT o la DT-CWT).

4.2.1 Re-escalamiento de la imagen y mejora de la calidad

El primer paso que realiza este bloque consiste en aumentar o reducir, según se necesite, las imágenes utilizando un algoritmo de interpolación bicúbica ($M1$ y $M2$). Este método de interpolación no sólo permite tener la imagen en un tamaño adecuado para el resto del proceso, sino que también mejora la calidad de la imagen, mejorando así la detección de ROIs y reduciendo el número de falsas alarmas.

4.2.2 Transformación a escala de grises

Las dos imágenes que entran al bloque se transforman a una escala de grises utilizando la ecuación 2.1 anteriormente descrita, con lo que se obtienen dos imágenes en escala de intensidades $M3$ y $M4$.

4.2.3 Reducción de ruido

Una vez que se tienen las imágenes en escala de grises se reduce el ruido de la matriz $M3$ con el algoritmo de umbral de forma fija descrito en el capítulo 3. La wavelet

seleccionada es Coif4 y el nivel de indexación es $J=2$, ya que como se muestra en el capítulo 5, la detección mejora con estos parámetros. La imagen mejorada se guarda en una matriz de salida del bloque *O1*.

4.2.4 Indexación de imágenes

El método continua transformando las imágenes en escala de grises $M3$ y $M4$ en imágenes indexadas ($M5$ y $M6$ en una escala de 8 valores, $M7$ y $M8$ en una escala de 10 valores), en este paso se busca reducir el número de valores en la escala de las imágenes, de 255 valores en $M3$ y $M4$ a dos rangos diferentes, uno de 0 a 7 valores ($M5$ y $M6$) y el otro de 0 a 9 valores ($M7$ y $M8$). La finalidad de reducir la escala de las imágenes es agrupar los valores semejantes a un solo valor, con lo cual se eliminan una gran cantidad de detalles de la imagen. Este paso de agrupar los niveles cercanos de un color puede compararse a agrupar los arboles de un bosque y asignarles un valor, las nubes en el cielo a otro valor, el azul del cielo en otro valor, etc. Si bien esta agrupación se realiza de manera manual siendo los rangos de 8 y 10 valores los más adecuados para todos los videos probados (ver capítulo 5), se considera como trabajo futuro analizar el histograma de la imagen para designar de manera automática los 2 rangos de valores óptimos.

4.2.5 Diferencias entre las matrices a analizar

Finalmente las imágenes indexadas son analizadas para buscar las diferencias en cada valor de indexación; es decir, se aplican las formulas (4.1) y (4.2) para cada nivel de indexación.

$$M9 = Logical[abs(M5 - M7)] \quad (4.1)$$

$$M10 = Logical[abs(M6 - M8)] \quad (4.2)$$

Como puede observarse en las formulas (4.1) y (4.2) se busca obtener las diferencias, en valores de falso (0) y verdadero (1), entre una imagen que posiblemente presenta un incendio y una imagen que se sabe no lo presenta. Este paso se realiza en dos niveles de indexación debido a la gran cantidad de variaciones en secuencias de video al aire libre, ya que existen una gran cantidad de factores que modifican una escena (iluminación variable, viento que mueve objetos, etc.). Se muestra la diferencia entre comparar dos imágenes (sin humo Figura 4.3.a, con humo Figura 4.3.b) en una escala completa (Figura 4.3.c) y en escala indexada (Figura 4.3.d).

Como puede apreciarse en la Figura 4.3, los valores positivos lógicos (en color blanco) corresponden a los pixeles que variaron de la escena sin humo a los que

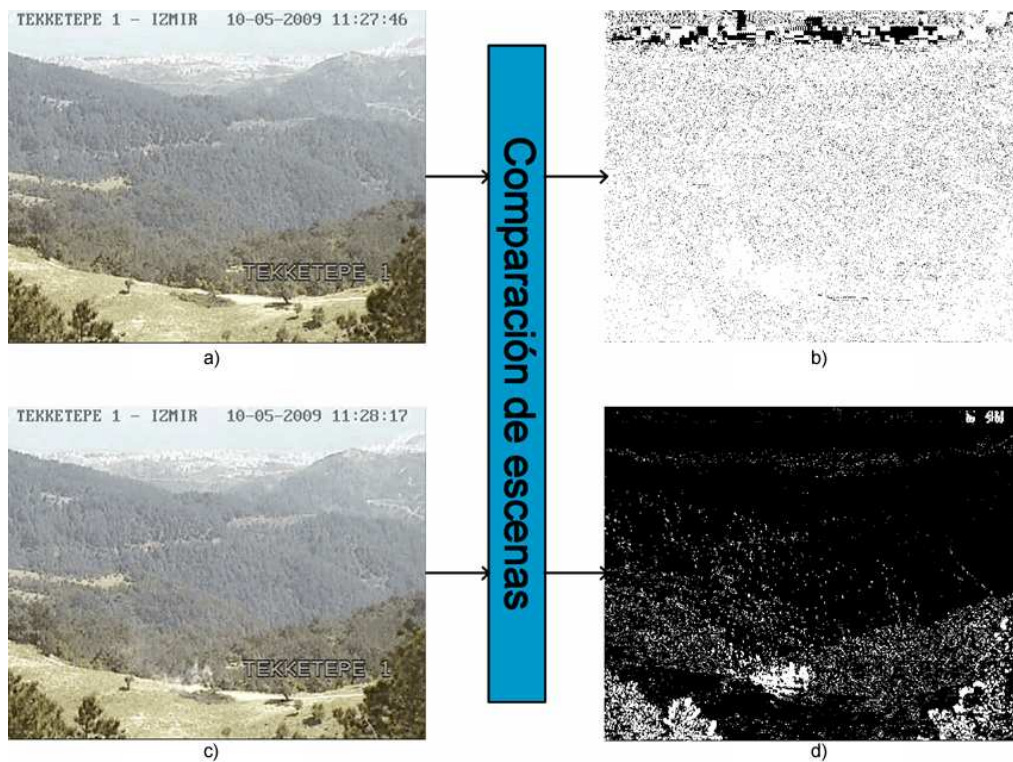


Figura 4.3 Comparación de imágenes de paisajes al aire libre en escala de grises y con imágenes indexadas. a) Escena sin humo, b) Selección de píxeles en escala completa, c) Escena con humo, d) Selección de píxeles en escala indexada.

variaron en una escena que si presenta humo. En una escala completa diversos factores hacen que prácticamente todos los pixeles de la escena sean diferentes. Sin embargo, en una escala indexada puede notarse de una manera mucho más clara como el humo y los árboles que se mueven cerca de la cámara presentan una mayor densidad de pixeles con cambio, que el resto de la imagen.

Finalmente las matrices $M9$ y $M10$ que se encuentran dentro del bloque que encuentra las diferencias entre imágenes en formato lógico se relacionan para definir una matriz $O2$ que se utilizará en el algoritmo de detección. Esta matriz $O2$ busca definir los pixeles que variaron de una escena a otra de la manera más eficiente, pues son los pixeles que se encuentran en las 2 escenas como pixeles de cambio. Este paso se realiza con 2 diferentes niveles de indexación debido a que; para un solo nivel siguen existiendo muchos detalles que son generados por factores que no son objetos en movimiento en la escena, y para 3 niveles, en caso de ser niveles mayores a los establecidos, la diferencia de utilizar 2 niveles es casi nula, mientras que si se trata de niveles de indexación menores a los utilizados, los cambios en la escena deben de ser muy notorios para que aparezcan en la matriz final $O2$ debido a la baja resolución que presentan los niveles de indexación menores al utilizado.

Es importante señalar que aún si no se tiene una imagen de la escena sin incendio, puede utilizarse una imagen actual, mantener la cámara fija y analizar una imagen de algunos segundos después, ya que lo que se busca es encontrar las diferencias entre escenas y designar los pixeles encontrados como “objetos que aparecen” u “objetos que se mueven” en una escena.

4.3 Bloque de detección

El bloque de detección requiere de 2 imágenes provenientes del bloque de pre-

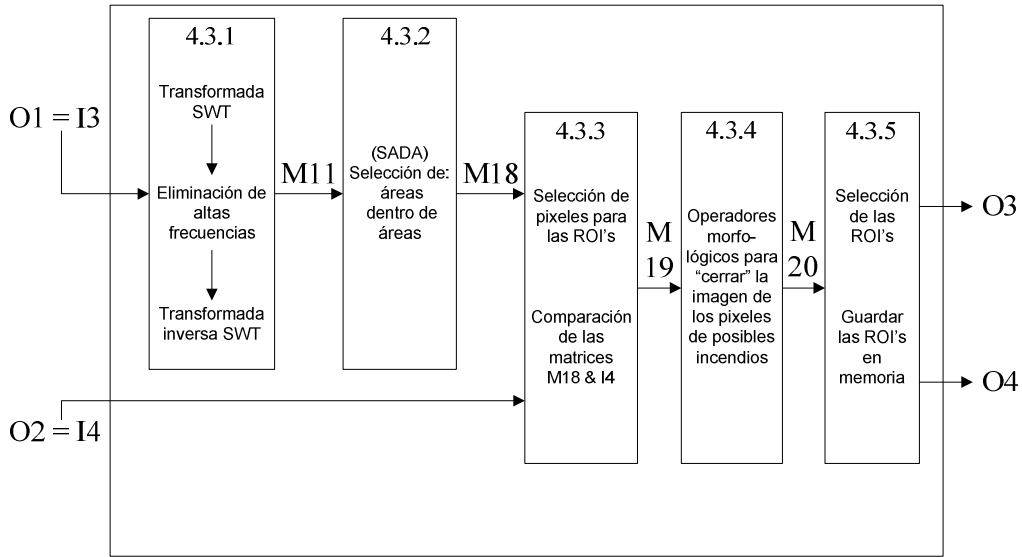


Figura 4.4 Diagrama de funcionamiento del bloque de detección

procesamiento para su funcionamiento. La Figura 4.4, muestra el diagrama del funcionamiento interno del bloque de detección.

4.3.1 Transformada SWT, eliminación de altas frecuencias y transformada ISWT

El bloque comienza obteniendo la SWT de la imagen a analizar $I3$, correspondiente a la matriz con ruido reducido $O1$, obtenida en el bloque de pre-procesamiento. Posteriormente se eliminan todos los detalles de las componentes horizontales, verticales y diagonales. Dado que el humo disminuye las componentes de alta frecuencia de las secciones que cubre, solamente el resto de la imagen sufrirá modificaciones, mientras que las secciones cubiertas de humo permanecerán casi iguales. Una vez que se tiene solamente la matriz de aproximaciones obtenida en la SWT se utiliza la transformada inversa para obtener una imagen sin componentes de altas frecuencias $M11$.

Tal como puede observarse en el capítulo 5, los resultados de utilizar diferentes familias de wavelets, con distintos números de coeficientes y diferentes niveles de

resolución afectan tanto la detección, como el número de falsas alarmas y en gran medida el tiempo de procesamiento del método, principalmente por la cantidad de coeficientes utilizados en el análisis y síntesis de la señal. La wavelet seleccionada es la biortogonal 6.8 que utiliza dos funciones wavelet y dos funciones de escalamiento, una con 6 coeficientes y la otra con 8 coeficientes.

4.3.2 Selección de áreas dentro de áreas (SADA)

El proceso de “selección de áreas dentro de áreas” (SADA) se encarga de encontrar todas las áreas (conjunto de píxeles de un mismo valor), ya sean regulares o irregulares, que estén dentro de otras áreas. Esta sección del método se encarga de definir las ROIs que posiblemente presentan un incendio.

Una manera de ejemplificar este proceso sería tener diversas formas de diferentes colores dentro de un cuadrado rojo con una sección interna faltante. El algoritmo SADA designará solamente como posibles ROIs a las formas que sean de cualquier color diferente a la forma que los contiene como se observa en la Figura 4.5. Se aprecia que el pequeño círculo morado dentro del polígono es detectado pues el polígono es verde, pero dado que este polígono verde está dentro del cuadrado rojo este también es detectado (Figura 4.5.b). Posteriormente en la sección se explicará que las

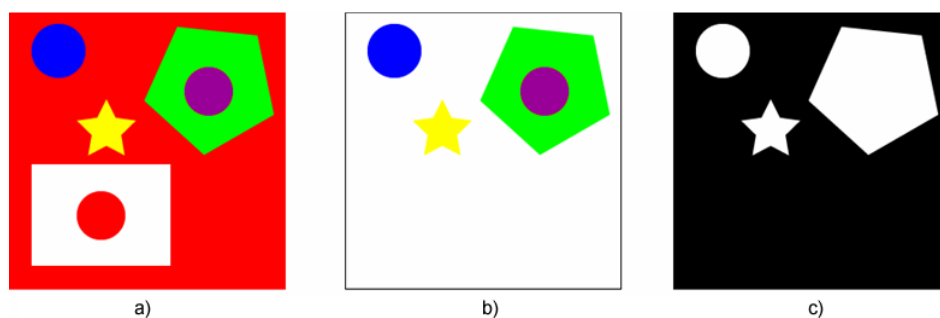


Figura 4.5 Detección de posibles ROIs con el algoritmo SADA, a) Objetos en escena, b) Objetos seleccionados con SADA, c) Objetos en formato lógico.

ROIs detectadas son consideradas en un formato lógico por lo que la detección de zonas de mayor o menor intensidad dentro de otras zonas termina siendo irrelevante (Figura 4.5.c).

Este algoritmo se basa en la idea de que un incendio en sus primeras etapas generará columnas de humo (de cualquier color, ya sea humo blanco o negro), en una sección de bosque. Es por ello que en las primeras etapas el humo será detectado, junto con muchos otros objetos, como una posible ROI. Es decir, este algoritmo encuentra irregularidades (en términos de variación de color) dentro de una sección uniforme de una imagen, y dado que los incendios forestales ocurren, normalmente, en áreas de bosque, el algoritmo detecta eficientemente cualquier variación de color mayor al rango en que fue indexada la imagen.

El procedimiento que sigue el algoritmo SADA, visualizado en la Figura 4.6, comienza con tomar la imagen sin componentes de alta frecuencia *M11* y se indexa con los mismos dos niveles utilizados en el bloque de pre-procesamiento obteniendo dos imágenes *M12* y *M13*. Estas imágenes pasan por el mismo proceso, la imagen es transformada a valores lógicos para cada nivel de intensidad, se encuentran los “hoyos”

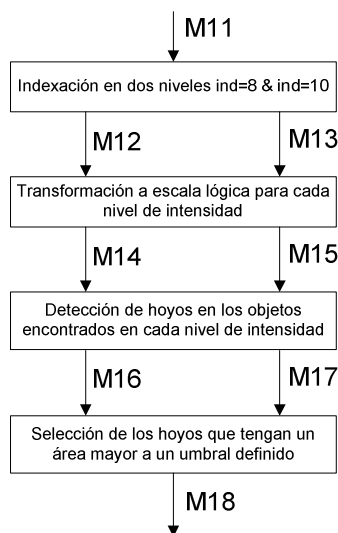


Figura 4.6 Diagrama de funcionamiento del algoritmo SADA

en cada figura de la imagen $M14$ y $M15$. Este proceso de selección de hoyos evalúa en cada nivel de intensidad todos los objetos presentes en la imagen, posteriormente selecciona solamente los objetos con hoyos y guarda los valores de la imagen original para cada hoyo encontrado. Estos valores son guardados como posibles ROIs si superan un umbral del área total para cada hoyo $M16$ y $M17$, éste umbral puede ser visto como una sensibilidad manual ajustable para eliminar áreas muy pequeñas normalmente encontradas en secuencias de video al aire libre. Finalmente se comparan los valores de posibles ROIs para los dos niveles de indexación y se define una matriz $M18$ con los pixeles que son verdaderos en ambos casos.

En la Figura 4.7 se muestran dos imágenes después de aplicar el algoritmo SADA en dos escenas de diferentes paisajes pero que presentan en ambos casos regiones de humo.

Como puede apreciarse la cantidad de pixeles que se presenta tanto en una escena con humo como en otra sin humo puede ser muy grande debido a que se designa a todos los hoyos como posibles áreas de interés (Figura 4.7.a). Otro problema que se presenta al realizar esta detección se genera por los marcos utilizados por las cámaras que graban los incendios, los cuales pueden ser eliminados definiendo adecuadamente la matriz que se analizará (Figura 4.7.b). Este paso depende en gran medida de la

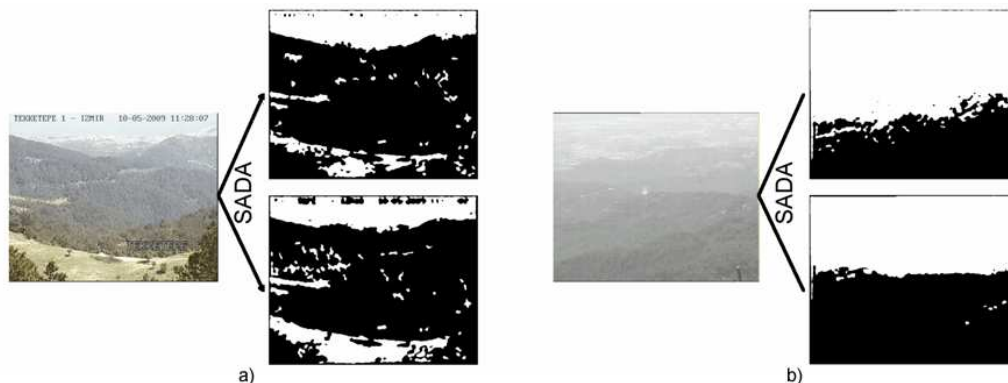


Figura 4.7 Imágenes generadas por el algoritmo SADA, a) Imágenes de la escena de *Movie 3*, b) Imágenes de la escena de *Movie 1*

escena que se esté analizando y aunque se pueden reducir enormemente los píxeles a considerar si se mantienen solo los hoyos de mayor intensidad que el nivel que se analiza, esto es solamente para el caso de incendios que comiencen con humo blanco (la mayor parte de los casos).

4.3.3 Selección píxeles para las ROI

Dado que la eficiencia del algoritmo SADA es muy pequeña para cuando se buscan secciones de humo de todos los colores, se propone esta sección en la cual se comparan, la matriz obtenida por el algoritmo SADA $M18$ y la matriz con los píxeles que varían entre escenas $O2$. Al comparar estas dos imágenes se define como píxeles de interés solamente a los píxeles que se obtienen del algoritmo SADA y que también son píxeles de posibles objetos que aparecen o se mueven, finalmente se guardan dichos píxeles en una matriz $M19$ que se define como los píxeles de una posible ROI.

En esta sección se obtienen sólo los píxeles que varían entre escenas y que además son detectados por el algoritmo SADA. En este caso se considera que los píxeles no sólo variaron entre las escenas si no que se encuentran dentro de otra área que no varió, por lo cual se estima que son píxeles de objetos que aparecen o se mueven en una escena. Sin embargo, debido a la cantidad de comparaciones puede presentarse el caso de algunos píxeles faltantes y en algunos casos dividir el área de un objeto en 2 o más objetos.

4.3.4 Cierre de áreas con operadores morfológicos

Dada la situación de posibles separaciones de áreas se propone “cerrar” estos agujeros haciendo uso de operadores morfológicos. Se define un elemento estructurante (EE) de octágono para dar una “suavidad” media al conjunto resultante. Pueden utilizarse con

iguales resultados los EE de disco, diamante, rectángulo y cuadrado. El tamaño del EE, se define de manera arbitraria en un radio de 12, dado que el proceso de cerrar utilizando operadores morfológicos consiste en la dilatación y erosión de los objetos en una imagen, y una cantidad de 12 píxeles se considera adecuada para separar un posible incendio de otro. Este valor puede ser ajustado dependiendo de la escena que se analice, ya que una escena con muchos objetos en movimiento debe utilizar EE's pequeños para diferenciar un objeto de otro, mientras que una escena con pocos objetos en movimiento puede tener EE grandes sin afectar la designación de las ROIs. La diferencia entre utilizar los operadores morfológicos y no utilizarlos puede apreciarse en la Figura 4.8 en donde se aprecia que el área de incendio aumentada Figura 4.8.b está dividida por algunos píxeles faltantes en 2 ROIs, mientras que las Figura 4.8.c muestra los resultados de agrupar estas áreas con operaciones morfológicas.

4.3.5 Selección de las ROIs

El último paso del algoritmo de detección consiste en definir un cuadro contenedor (“Bounding-Box”), que es el rectángulo más pequeño que puede contener toda el área detectada como una ROI. Una vez definido este cuadro, el mismo se expande hacia sus cuatro lados, un cierto factor designado por el usuario. Este cuadro se expande debido a

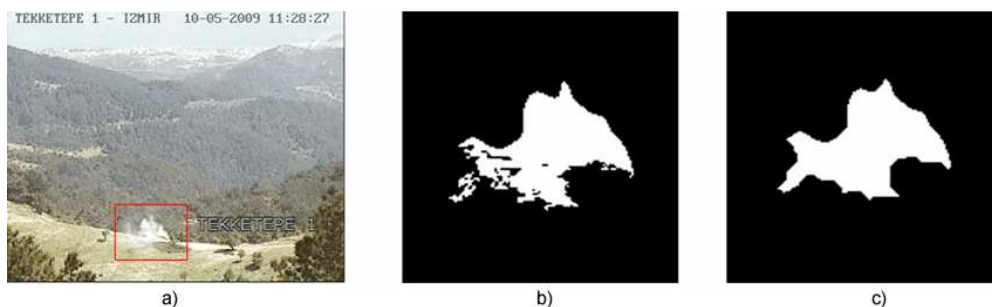


Figura 4.8 Comparación de ROIs al utilizar operadores morfológicos, a) Imagen original con humo, b) ROI detectada, c) ROI cerrada con operadores morfológicos

que al utilizar el algoritmo de confirmación se compararan ROIs de diferentes intervalos de tiempo y si se trata de un incendio forestal, se estima que el humo generado por dicho incendio crecerá. En la Figura 4.9 se muestra un incendio detectado con un cuadro contenedor (Figura 4.9.b) y un cuadro contenedor expandido (Figura 4.9.c). Este cuadro contenedor expandido es grabado en memoria como la ROI final.

Finalmente se designan las salidas finales del algoritmo de detección que son una matriz que se analizará con el algoritmo de confirmación, que corresponde a la matriz de valores lógicos de las ROIs detectadas en el presente momento y una matriz de valores $Y \times 4 \times 1$, de las ROIs detectadas en momentos anteriores, en donde Y corresponde al número de ROI detectadas, y los valores (x, y, h, w) , corresponden a las coordenadas x, y de posición donde comienza la ROI, h la altura y w anchura de la ROI.



Figura 4.9 Definición final de las ROIs, a) Escena original, b) “Bounding boxes” detectadas para cada ROI, c) ROI con “bounding box” expandida

4.4 Bloque de confirmación de incendio

El bloque de detección requiere de 2 imágenes provenientes del bloque de pre-procesamiento y una sección de memoria que contiene las ROIs detectadas en momentos pasados. Este bloque trabaja todo el proceso en un solo paso, por lo que no es necesario un diagrama a bloques de la operación interna sino más bien una explicación del funcionamiento del algoritmo.

La confirmación de incendio es muy sencilla, se toma una matriz lógica proveniente del bloque de detección *O3* y la matriz de ROIs detectadas en dicha matriz *O4*. Posteriormente se comparan las ROIs de la matriz *O4* con ROIs de anteriores momentos de análisis (en caso de ser el primer análisis o que no se tengan ROIs detectadas el algoritmo no entrega ningún resultado). Dado que las ROIs son generadas con un mismo nivel de expansión en el algoritmo de detección, no es necesario trabajar con los valores internos de la ROI si no tomar toda la ROI como el objeto de análisis, ya que en caso de que un objeto en movimiento en una escena crezca, su ROI correspondiente también lo hará. En este paso se hace una simple comparación de las ROIs y se evalúan las siguientes reglas:

1. En caso de que una ROI del instante actual contenga dentro de sí, en su totalidad, a otra ROI de un instante anterior, se designa a dicha ROI como una alarma de incendio.
2. En caso de que una ROI del instante actual, no contenga nada dentro de sí, se borra la ROI del área de memoria y se descarta la ROI de ser un incendio.
3. En caso de que una ROI del instante presente contenga dentro de sí una parte de una ROI de un instante pasado (más del 75%), se designa a dicha ROI como una alarma intermedia ya que puede tratarse de un incendio o de

un objeto en movimiento. Para este caso se guarda en memoria la ROI del instante pasado, expandida un cierto valor para evitar descartar un posible incendio por un desfase. Este paso se define de esta forma debido a que la detección de ROIs depende enormemente del tipo de escena que se filma (con neblina, iluminación, bosque, pastizal, zona urbana, etc.), es por ello que se designa arbitrariamente un valor del 75% y se establece una alarma intermedia (de color amarillo) para diferenciar estas detecciones de las que se sabe son detecciones más seguras (caso 1).

4. En caso de que una ROI de un instante presente contenga dentro de sí una parte de una ROI de un instante anterior (menos del 75%), se designa a dicha ROI como una alarma intermedia ya que puede tratarse de un incendio o un objeto en movimiento. Para este caso se guarda en memoria la ROI del momento anterior reducida un cierto valor para evitar empalmes de diferentes ROIs.
5. En caso de que una ROI contenga dentro de sí, en su totalidad, más de una ROI de un instante anterior, se designa a dicha ROI como una alarma intermedia ya que puede tratarse de una división de un incendio en dos ROIs. Este es el caso más difícil de analizar y se considera guardar tanto la ROI del momento anterior expandida un cierto valor como las ROIs de momento presenta reducidas un cierto valor, con la finalidad de analizar en eventos posteriores utilizando las pasadas 4 reglas.

La Figura 4.10, presenta la evolución en las alarmas en un incendio que se detecta. Puede apreciarse como el algoritmo de confirmación logra diferenciar entre objetos que se mueven (árbol junto a la cámara que se mueve por el viento o los

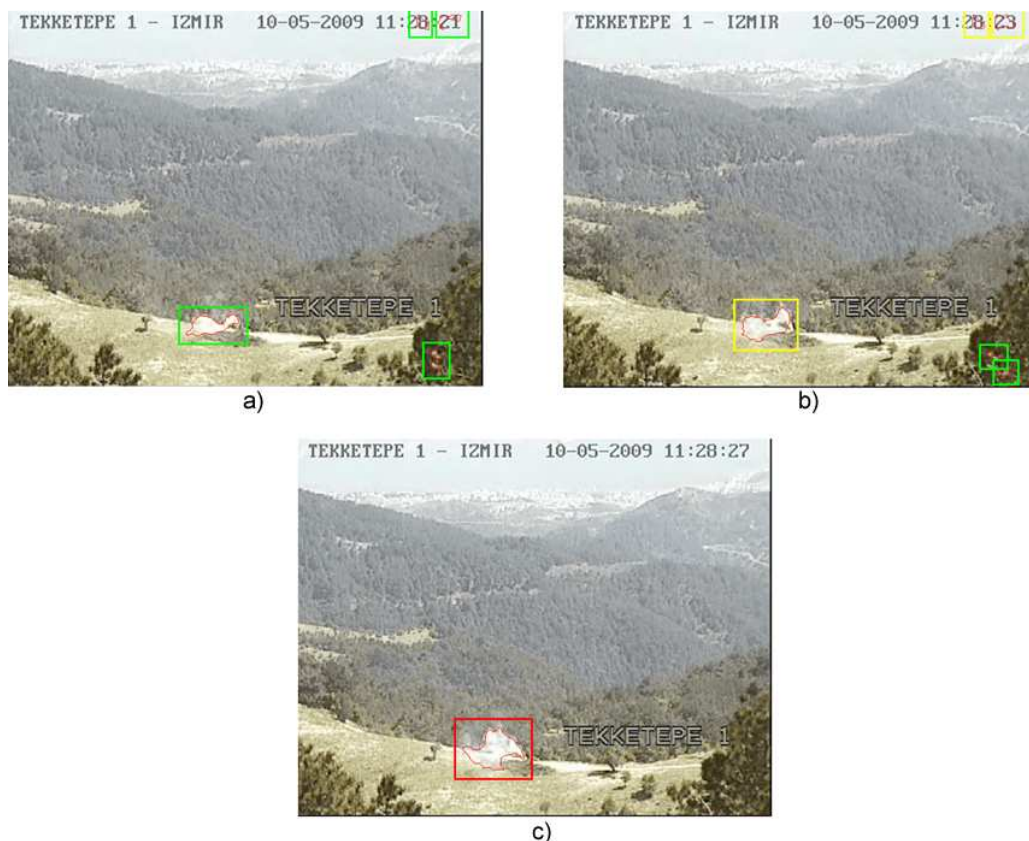


Figura 4.10 Niveles de alarmas generados por el algoritmo de confirmación de incendios, a) Escena original, b) Alarmas intermedias generadas, c) Alarmas definitivas generadas

números del contador de tiempo de la imagen, esquina superior derecha), y objetos que “crecen”, como es el caso de un incendio controlado que se presenta en el centro de la imagen.

Esta confirmación de incendios no se realiza en tiempo real, y dado que el incendio que se presenta es un incendio controlado a muy corta distancia se asume que el algoritmo tanto de detección como el de confirmación trabajan en ciclos de dos segundos, cuando en realidad lo hacen en ciclos de alrededor de 15 segundos.

Se observa en la Figura 4.10 los dos niveles diferentes de alarmas. En la Figura 4.10.a se presentan las ROIs detectadas en el primer análisis de color verde, en la Figura 4.10.b se exponen las alarmas de nivel intermedio en color amarillo encontradas debido a las reglas 3 ó 5. Y en la Figura 4.10.c se presentan las alarmas definitivas en

color rojo debidas solamente por la regla 1.

4.7 Discusión

La idea de que el humo elimina las altas frecuencias en una imagen es la base principal de este método. Dicho método fue dividido en 3 bloques principales: uno de pre-procesamiento, uno de detección y uno de confirmación.

El bloque de pre-procesamiento adecua el tamaño y mejora la calidad de la imagen, en este bloque se utilizan técnicas ya conocidas de DIP (interpolación bicúbica, transformación a escala de grises, indexación de imágenes y reducción de ruido con transformada wavelet). La idea que se propone para este algoritmo es la de comparar una escena con otra en una escala indexada para suprimir pequeños detalles característicos en secuencias de video al aire libre. Existe trabajo pendiente en la asignación de los niveles de indexado a utilizar pero la técnica prueba ser beneficiosa.

El algoritmo de detección se considera la parte más importante del método propuesto. Este algoritmo se encarga de detectar ROIs de posibles zonas de la imagen con humo. Para detectar este humo se eliminan las altas frecuencias de una imagen al aplicar la SWT, eliminar los coeficientes de los detalles H, V y D y aplicar la ISWT. La designación de áreas que pueden ser ROIs se produce con el algoritmo propuesto SADA y comparando estas regiones con los pixeles que cambian de una escena a otra. En conclusión se seleccionan como ROIs todos aquellos objetos que aparecen o se mueven en una escena dentro de un área mayor a ellos. Estos pixeles se agrupan con operadores morfológicos y finalmente se definen las ROIs como cuadros contenedores expandidos de los pixeles que se consideran como posibles incendios forestales.

Por último se presenta el bloque del algoritmo de confirmación. Este bloque, se propone con la finalidad de reducir falsas alarmas generadas por objetos que se mueven

en una escena y no son incendios forestales. El bloque se basa en la idea de que el humo generado en las primeras etapas de un incendio forestal se expande por lo que se presenta la idea de analizar las ROIs detectadas en busca de esta característica de “crecimiento”. El bloque analiza las ROIs de una escena presente con las ROIs de un momento pasado, se designa el análisis de ROIs y no de áreas debido a la simplicidad para generar el algoritmo, pero dado que las ROIs son generadas en relación al tamaño de las áreas encontradas el análisis de ROIs está directamente relacionado con el análisis de áreas en movimiento o crecimiento.