

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL  
**CIDESI**

PROYECTO INDUSTRIAL TERMINAL  
**“Ubicación y Detección Temprana de Incendios con Visión por Computadora”**

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE  
**“TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA”**

PRESENTA:  
**ING. EDY IBARRA BARRÓN**

TUTOR ACADÉMICO Y DE PLANTA:  
**DR. LEONARDO BARRIGA RODRÍGUEZ**  
**DR. HUGO JIMÉNEZ HERNÁNDEZ**

007856

QUERÉTARO, QRO. 2016

CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO  
INDUSTRIAL

**CIDESI**

PROYECTO INDUSTRIAL TERMINAL  
”Ubicación y detección temprana de  
incendios con visión por computadora”

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE  
TECNOLOGO EN MECATRÓNICA

PRESENTA  
**EDY IBARRA BARRÓN**

TUTOR ACADEMICO Y DE PLANTA  
DR. LEONARDO BARRIGA RODRÍGUEZ  
DR. HUGO JIMÉNEZ HERNÁNDEZ

Querétaro, Qro.  
Agosto 29, 2016

---

## Resumen

En el siguiente documento se propone tener un sistema de algoritmos capaces de detectar incendios tempranamente a partir de la creación de algoritmos de detección y ubicación de humo y fuego a partir de los sistemas de video, lo que permite tener un método de detección de bajo costo. Se utiliza la *¿detección temprana?* para la detección y ubicación de humo o fuego, el cual es uno de los primeros síntomas del conato del incendio.

La detección de fuego es sencilla y permite identificar con rapidez si una imagen es susceptible de contener fuego o no, su principal inconveniente es que cuando una cámara detecta fuego el incendio ya está en una fase avanzada. La detección de humo, en cambio, permite detectar incendios desde el principio, pero la complejidad es mayor. Para su realización se propone un algoritmo que incluye: sustracción de fondo, filtraje de elementos rápidos, detección por color y análisis de componentes conexas.

Se pretende usar el Software LabVIEW y Matlab para el procesamiento de las imágenes, y para el control y monitoreo de zonas boscosas, así como el uso de cámaras de vigilancia con un alcance grande de visión. Así como drones de vigilancia para ir al punto indicado por las cámaras y corroborar el fuego.

La detección debe ser rápida, con un mínimo de tiempo transcurrido desde el inicio del fuego. Además, debe aportar la mayor cantidad de información acerca de las características del incendio y del sector en el cual se propaga.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>5</b>
<b>2. Planteamiento del problema</b>	<b>5</b>
<b>3. Justificación</b>	<b>5</b>
<b>4. Objetivos</b>	<b>6</b>
4.1. Objetivo General . . . . .	6
4.2. Objetivos Especificos . . . . .	7
<b>5. Marco Teórico</b>	<b>7</b>
5.1. Sistemas de visión . . . . .	7
5.2. Ubicación . . . . .	8
5.3. Detección de fuego . . . . .	9
5.4. Detección de humo . . . . .	9
5.5. Software . . . . .	9
5.6. Los gases y el humo, productos de la combustión . . . . .	9
5.7. Humo . . . . .	10
5.8. Las llamas . . . . .	11
5.9. El calor . . . . .	12
5.10. Los gases . . . . .	12
5.11. Histograma de una imagen . . . . .	13
5.12. Representación del color . . . . .	13
5.12.1. Espacio RGB . . . . .	13
<b>6. Hipótesis</b>	<b>15</b>
<b>7. Metodología de la Solución</b>	<b>16</b>
<b>8. Alcances</b>	<b>17</b>
<b>9. Resultados</b>	<b>18</b>
9.1. Algoritmo de detección de color . . . . .	18
<b>10. Conclusiones</b>	<b>19</b>
10.1. Líneas de trabajo futuro . . . . .	19
<b>11. Bibliografía</b>	<b>20</b>
<b>12. Anexos</b>	<b>22</b>
12.1. Seguidor de color en Matlab . . . . .	22

## Índice de figuras

1.	Sistema de visión . . . . .	8
2.	Triangulación entre cámaras . . . . .	8
3.	Cubo RGB . . . . .	14
4.	Metodología de la Solución . . . . .	16
5.	Color rojo . . . . .	18

## 1. Introducción

La detección automática de humo en espacios abiertos es un problema de importancia en el ámbito de la alarma temprana de incendios. En ambos casos la detección temprana de un fuego puede evitar pérdidas humanas, ecológicas y materiales, de modo que los esfuerzos para la consecución de un sistema seguro que aporte esa funcionalidad están más que justificados.

Los sistemas de visión representan el nivel de complejidad más alto en el procesamiento de imágenes. Se adaptan a los requisitos específicos de cada aplicación. Las soluciones de estos sistemas en el procesamiento de imágenes van en aumento, y en nuestro caso para la detección de humo en su primer etapa y fuego.

Los sistemas de visión representan el nivel de complejidad más alto en el procesamiento de imágenes. Se adaptan a los requisitos específicos de cada aplicación. Las soluciones de estos sistemas en el procesamiento de imágenes van en aumento, y en nuestro caso para la detección de humo en su primer etapa y fuego. Todo esto mediante el uso de las mejores cámaras de video.

## 2. Planteamiento del problema

Se pretende contar con un sistema de visión capaz de indicar cuando detecte humo y fuego, señalando la ubicación de forma georeferenciada, todo eso será emitido a una estación y poder combatir los incendios mucho antes que se propague. dicho sistema se podrá monitorear en una central de vigilancia, la cual será atendida por personal preparado, además se puede usar drones de vigilancia para ver el área exacta a combatir y ubicación de dicho incendio.

Uno de los mayores problemas que se tienen en las industrias, hogares y lugares externos son los incendios, hoy en día existen algunas herramientas para la detección de humo o fuego, pero tienen un margen de tiempo, el cual es un problema, ya que estos sistemas detectan el humo ya cuando se ha propagado demasiado. En nuestro proyecto, nosotros haremos que este algoritmo detecte el humo lo antes posible y poder emitir las alarmas correspondientes, y así tener un sistema mucho más sofisticado.

## 3. Justificación

El siguiente proyecto pretende tener un sistema sofisticado capaz de emitir alarmas tempranas para el combate de incendios mediante la adquisición de imágenes. Todo esto se hará mediante el procesado de imágenes en tiempo real. La detección debe ser rápida, con un mínimo de tiempo transcurrido desde el inicio del fuego. Además, debe aportar la mayor cantidad de información acerca de las características del incendio y del sector en el cual se propaga.

El proyecto tendrá un gran impacto tecnológico en el país si se llega a implementar, ya que en la actualidad no se cuenta con un sistema de alertas tempranas

de incendios.

La detección debe ser rápida, con un mínimo de tiempo transcurrido desde el inicio del fuego. Además, debe aportar la mayor cantidad de información acerca de las características del incendio y del sector en el cual se propaga. El proyecto tendrá un gran impacto tecnológico en el país si se llega a implementar, ya que en la actualidad no se cuenta con un sistema de alertas tempranas de incendios forestales.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de visión capaz de detectar humo en su primera etapa, la cual consiste en tener un algoritmo que detecte el humo en su inicio, y así poder emitir las alarmas correspondientes. El sistema consiste en tener un sistema de video-vigilancia el cual siempre estará trabajando y verificando en tiempo real si hay posibles conatos de incendio.

Además, se va a implementar un algoritmo de ubicación, el cual consiste en ubicar de manera precisa el conato de incendio mediante la triangulación de cámaras.

Implementar un sistema sofisticado de ubicación y vigilancia en tiempo real, el cual tendrá varios sistemas de visión 360°, las cuales tendrán el trabajo de mandar imágenes en tiempo real, además en dichos sistemas de vigilancia se implementarán algunos sensores como de fuego y humor, además de su triangulación.

Para realizar el procesamiento digital de imágenes se debe seguir un complejo desarrollo sistemático por lo cual en la propuesta se explica de manera detallada la elaboración del sistema electrónico de alerta temprana de incendios, partiendo del desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes, los cuales son capaces de detectar el suceso de un posible incendio, se analiza los cambios que experimenta cada pixel extraídos de imágenes de la captura de video, o de la adquisición de imágenes en tiempo real, se determina la aparición de objetos nuevos que mediante un análisis de fondo y primer plano se determinan como humo o fuego, posterior a esto se genera señales de alerta.

007857

## 4.2. Objetivos Especificos

Los objetivos que se han planteado en el proyecto son los siguientes:

1. Desarrollar un algoritmo en el Software LabVIEW o Matlab y que sea capaz de detectar incendios, basándose en los algoritmos de procesamiento de imágenes
2. Detección de incendios a partir de la localización de humo.
3. Detección de incendios a partir de localización de fuego.
4. Ubicación por medio de triangulación de cámaras.

## 5. Marco Teórico

La detección visual de humo es un problema que conlleva cierto grado de desaffo. A diferencia de otro tipo de objetivos, el humo presenta características que lo hacen bastante esquivo a la segmentación automática. Sus propiedades cambian constantemente: no tiene forma definida, su color puede variar desde el blanco al negro, pasando por tonos naranjas, carece de rasgos estructurales fuertes (esquinas, bordes).

Luego de iniciado un incendio, su descubrimiento inicia una serie de acciones que culminan con el combate al fuego. Entre ellas está el aviso del inicio del incendio a la Central mas cercana. Por lo tanto, una detección oportuna, tiene consecuencias operacionales y económicas. Mientras más rápido se descubre un incendio, más exitoso será el combate y menor el daño producido.

La detección de incendios, por tanto, es el conjunto de recursos, procedimientos y actividades para descubrir, localizar y reportar en el menor tiempo posible. La detección debe ser rápida, con un mínimo de tiempo transcurrido desde el inicio del fuego. Además, debe aportar la mayor cantidad de información acerca de las características del incendio y del sector en el cual se propaga, para facilitar las decisiones de despacho de recursos en la Central de Coordinación.

### 5.1. Sistemas de visión

El ojo humano es sensible únicamente a la radiación contenida en una pequeña banda de frecuencias del espectro electromagnético (desde 380nm hasta 780nm) y los colores son representados por una longitud de onda dentro de este rango. Para la percepción de los colores, el ojo humano presenta dos tipos de sensores que son denominados las células foto-receptoras. Estas células se dividen en conos y bastones, los primeros de ellos son sensibles en diferentes proporciones a los colores, rojo 65 %, verde 33 %, y azul 2 %, mientras que los bastones tienen una respuesta espectral menos selectiva, pero más sensible, cómo es el caso de la visión nocturna. De ésta forma el ojo humano percibe los



estímulos de los 3 colores por acción de los conos que actúan como un banco de filtro de los estímulos que llegan al ojo humano y la sensación de color es la respuesta aditiva de estas 3 señales.

Una imagen puede ser definida matemáticamente como una función bidimensional  $f(x, y)$ , donde  $x$  y  $y$  son coordenadas espaciales (en un plano), y  $f$  en cualquier par de coordenadas es la intensidad o nivel de gris en esa coordenada. Cuando  $x, y$  y los valores de  $f$  son todas cantidades finitas, discretas, decimos que la imagen es una imagen digital. Una imagen digital se compone de un número finito de elementos, cada uno con un lugar y valor específico. Estos elementos son llamados píxeles. Esta información es interpretada correctamente por una computadora, las copias digitales son perfectas y su reproducción es lograda sin errores.



Figura 1: Sistema de visión

## 5.2. Ubicación

La ubicación es una de las principales herramientas que se tiene que manejar con mucha eficacia, pues esta es la que nos dará el punto exacto, o con un margen de error de metros de la ubicación del posible incendio. Este control se hará en la triangulación de las cámaras de vigilancia y así poder tener una distancia aproximada del incendio.

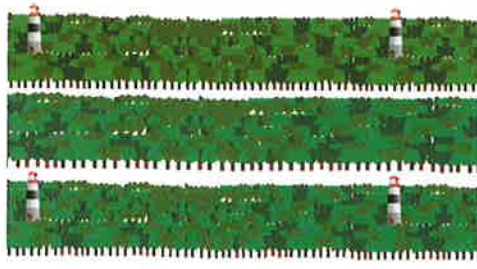


Figura 2: Triangulación entre cámaras

### 5.3. Detección de fuego

Los modelos basados en búsqueda de fuego buscan parámetros típicos del fuego sobre una imagen RGB en movimiento. Un ejemplo primario es el planteado por la Universidad de Florida el año 2001 (Phillips, Shah and Lobo 2002) en él se propone un sistema de reconocimiento del fuego en proximidad basado en dos fases: una primera fase en la que promedian los colores de un píxel a lo largo del tiempo y el color obtenido se compara con colores de una base de datos entrenada y una segunda fase donde se observa su variación temporal.

Debido a que la primera fase puede cometer errores debidos a confusiones con otros elementos del mismo color, la segunda fase pretende eliminar estos errores, buscando la variación temporal de los píxeles en la imagen: una alta variación temporal implicará más probabilidad de fuego. Con ambos parámetros se establece una probabilidad de fuego por píxel que posteriormente se regulariza con sus 8 píxeles vecinos. En el artículo los autores aseguran que la técnica es útil para detectar fuegos cuando este es próximo, pero en casos en el que el fuego se encuentre alejado, se acostumbran a usar técnicas como la detección de humo.

### 5.4. Detección de humo

Los fuegos crean columnas de humo que pueden ser detectadas mediante procesado de imagen. La búsqueda de estas columnas de humo permite detectar fuego en entornos de forma mucho más rápida que con la búsqueda de fuego. Mientras que el fuego era característico por su color, movimiento y forma, en el humo las principales características son, el movimiento, la oscilación, el desenfoque que crean en una imagen, la textura, y el color. En la detección de humo las falsas alarmas vendrán causadas por nubes o niebla, especialmente cuando hay problemas de contraste, iluminación o poca visibilidad.

### 5.5. Software

Actualmente se está trabajando en LabVIEW y Matlab en el procesamiento de imágenes, ya que ambos programas son muy amplios en el trabajo con imágenes y procesamiento de las mismas, y en las cuales se encuentran haciendo pruebas de identificación de fuego, y humo.

### 5.6. Los gases y el humo, productos de la combustión

El fuego es una reacción química exotérmica con alta velocidad de reacción en la que unos materiales o elementos reaccionan químicamente entre si formando nuevos productos. En una reacción química la masa se conserva y este

principio se puede aplicar también en un incendio. Los materiales que componen el combustible no se destruyen, simplemente se transforman en otros diferentes. Si comparamos el peso y el volumen de estos productos antes y después de la combustión deberán pesar y ocupar el mismo volumen. Este principio se conoce como ley de conservación de la materia y fue elaborado por Antoine Lavoisier.

Cuando se produce la reacción química de la combustión se producen algunos productos que podríamos clasificar en estos grupos:

- Humo
- Gases
- Llamas
- Calor

Cada uno de estos productos resultantes de la combustión tiene un efecto diferente tanto sobre la reacción química de la combustión como sobre el cuerpo humano.

## 5.7. Humo

El humo se compone de partículas sólidas y líquidas en suspensión. Los tamaños de estas partículas oscilan entre las 0.005 y las 0.01 milimicras. El contacto del humo con las mucosas del cuerpo humano provoca su irritación. Si entra en contacto con los ojos puede producir lagrimeo dificultando la visión. El humo también evita el paso de la luz dificultando el trabajo de los equipos de extinción y la extracción de los posibles heridos en el incendio.

Si se dan las condiciones adecuadas el humo puede llegar a ser inflamable o a provocar una deflagración. El humo es uno de los factores más peligrosos de un incendio.

En igualdad de condiciones algunos materiales emiten más humo que otros, por ejemplo, los líquidos inflamables producen un humo denso y negro. Aunque cada tipo de material emite un humo de un color diferente resulta muy complicado saber qué es lo que se está quemando tan solo con ver el humo, aunque puede servirnos de orientación.

El humo puede tener distintos colores, algunos de ellos son:

- Humo blanco: se produce por la combustión de materiales vegetales.
- Humo amarillo: producido por sustancias químicas con contenido en azufre, ácido clorhídrico y nítrico.

- Humo gris: es emitido por materiales compuestos por celulosa o fibras artificiales.
- Humo negro claro es producido por la combustión del caucho.
- Humo negro oscuro: plásticos, petróleo, materiales acrílicos.

Otra clasificación que podemos hacer del humo es si arde en presencia de abundante oxígeno o con falta de él. El humo blanco normalmente se produce en incendios con alto contenido de oxígeno mientras que el humo negro en fuegos que arden con falta de oxígeno.

## 5.8. Las llamas

Las llamas son gases incandescentes cuya temperatura depende del tipo de combustible que se están quemando y de la concentración del comburente. El comburente es la sustancia que actúa oxidando el combustible propiciando la combustión. El comburente más común es el oxígeno que se encuentra en el aire en una proporción del 21 %.

En todos los incendios en los que se encuentren involucrados líquidos o gases inflamables encontraremos llamas mientras que no podemos decir lo mismo de los incendios de materiales sólidos ya que algunos de ellos pueden quemarse sin producir llamas.

## 5.9. El calor

Un incendio, como hemos comentado anteriormente, es una reacción exotérmica, es decir, que desprende calor. El calor aumenta la temperatura de los gases producidos por el fuego y podrán quemarnos las vías respiratorias si los respiramos. El calor de un incendio puede provocar una subida repentina de la temperatura corporal y esto hacernos sufrir un golpe de calor que podría llegar a provocarnos la muerte.

Los efectos de las altas temperaturas sobre el cuerpo humano son los siguientes:

- 38°C puede provocar abatimiento y desmayos.
- 43°C dificultades para mantener el equilibrio térmico del cuerpo.
- 50°C el cuerpo humano puede soportar esta temperatura de tres a cinco horas.
- 55°C el ser humano no puede permanecer más de cuatro horas a esta temperatura. Podemos sufrir hipertermia y colapso del sistema vascular periférico.

Otro de los efectos perjudiciales del calor sobre el cuerpo son las quemaduras. La gravedad de estas dependen tanto del tiempo de exposición como de la temperatura.

## 5.10. Los gases

En un incendio una gran parte de los materiales que se queman se transforman en gases. La cantidad y la toxicidad de estos gases dependen de los materiales implicados en el incendio.

Los gases tóxicos producen efectos negativos en las personas. Desde pérdida de coordinación, desorientación, envenenamiento o incluso la muerte. La gran mayoría de víctimas en los incendios se producen por culpa de los gases y no del fuego como se podría pensar.

Los gases que se producen en un incendio pueden clasificarse en tres clases, asfixiantes, tóxicos e irritantes. Otro de los factores a tener en cuenta en un incendio es que el fuego consume el oxígeno por lo que puede producirse una falta del mismo.

Los efectos de la falta de oxígeno en el organismo son los siguientes:

- 21 %, es el nivel normal de oxígeno en el aire.
- 17 %, pérdida de coordinación muscular y dificultades para concentrarse.

- 12 %, mareos y desvanecimiento. Puede producirse también un corte en la respiración.
- 10 %, vómitos y parálisis.
- 6 %, colapso del sistema nervioso.
- Si la proporción de oxígeno baja por debajo del 5

### 5.11. Histograma de una imagen

Para determinar los píxeles que contienen las variaciones en las imágenes se han utilizado los histogramas. El histograma de una imagen es el ploteo de los valores de sus píxeles. Contiene el número de píxeles que tienen el mismo nivel de gris, es decir representa la probabilidad de que un determinado nivel de gris aparezca en la imagen.

En general se representa como un gráfico de barras en el que las abscisas son los distintos colores de la imagen y las ordenadas la frecuencia relativa con la que cada color aparece en la imagen. El histograma proporciona información sobre el brillo y el contraste de la imagen, y puede ser utilizado para ajustar estos parámetros, eliminar ciertas tonalidades molestas, etc..

Una imagen en blanco tendrá todos sus valores iguales a 255, y si la mitad es negra, en la gráfica del histograma aparecerán dos líneas iguales a ambos extremos: en los valores correspondientes al 0 y al 255. Una imagen de escala de grises tendrá en su histograma “x” píxeles con el valor 0, y “y” píxeles con el valor 1. Así, el histograma es la representación de la densidad de probabilidad de cada valor de gris para esa imagen.

### 5.12. Representación del color

Para la detección de piscinas se han utilizado 4 métodos distintos. Para cada uno de estos métodos se han utilizado las componentes de color que representan las piscinas, tanto en RGB como en HSV. Conviene destacar que la representación del color no es un problema trivial y que ésta influye notablemente en el modo en que se emplean y su eficacia.

#### 5.12.1. Espacio RGB

El espacio RGB es el espacio de color más extendido y el que utilizan la gran mayoría de cámaras de video y fotográficas para construir una imagen de color. Y de ahí, su importancia en visión artificial ya que trabajar con el mismo espacio de color con el que trabaja la cámara con la que se capturan las imágenes permite evitar la alteración de las propiedades del color durante el proceso de segmentación, propia de los errores de conversión y transformación, y por

otro lado conseguir una mayor velocidad de segmentación por ahorro de esas operaciones de conversión y redondeo. El espacio RGB se representa como un cubo dónde un color viene definido por la mezcla de valores de intensidad de tres colores primarios, rojo, verde y azul. Un color viene descrito por una tupla de 3 coordenadas en el cubo. El color negro se representa por  $(r=0, g=0, b=0)$  y el color blanco por  $(r=255, g=255, b=255)$ . La gama acromática de escala de grises está representada por la diagonal del cubo.

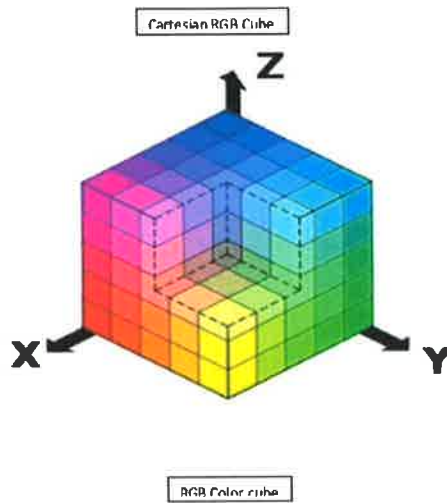
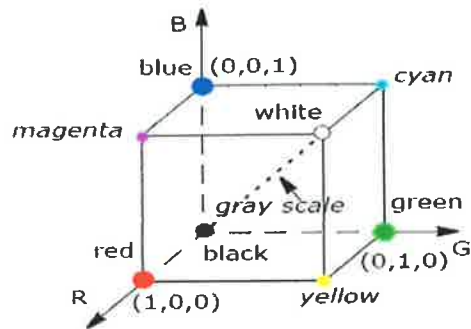


Figura 3: Cubo RGB

## 6. Hipótesis

Por medio de los sistemas de visión tendremos un algoritmo que detecte el humo desde su inicio y así poder emitir las alarmas correspondientes, además de mejorar el tiempo de censado a comparación de cómo lo ofrecen ya algunos dispositivos de detección de humo, y nosotros ofrecer un menor tiempo de detección. Además, tener un algoritmo de ubicación mediante la triangulación de cámaras.



## 7. Metodología de la Solución

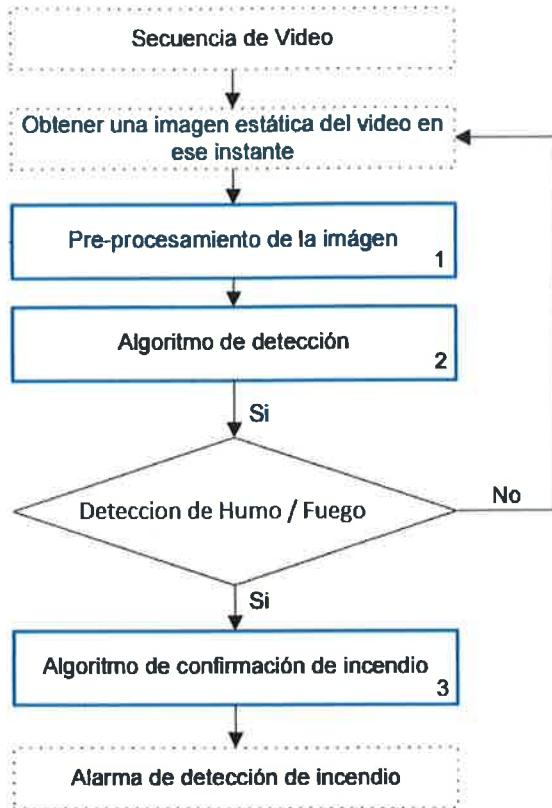


Figura 4: Metodología de la Solución

## 8. Alcances

El presente proyecto final de carrera ha girado alrededor de la posibilidad de implementar un algoritmo de detección de incendios basado en técnicas de procesamiento de imagen.

Los sistemas existentes hasta ahora son diversos y se pueden clasificar por la forma de controlar el área en riesgo y el tipo de sensor para la detección. El área en riesgo se controla desde cámaras terrestres, vehículos aéreos o satélites artificiales. El método a utilizar dependerá del área que se desee controlar y a la vez del presupuesto disponible. Las áreas pequeñas acostumbran a controlarse desde cámaras terrestres situadas en puntos altos, esta detección puede ser mejorada usando vehículos aéreos que amplíen la zona de control. Para controlar áreas de dimensiones continentales se usan los satélites artificiales.

Los principales tipos de sensor utilizados para la detección de incendios son el sensor infrarrojo y el sensor de espectro visible. El sensor infrarrojo permite detectar la temperatura de los elementos haciendo fácil la detección de fuego a corta distancia.

Los sensores de espectro visible basan su detección en las técnicas de procesamiento de imagen y se puede diferenciar entre las técnicas que buscan patrones de fuego y las que los buscan de humo. Al igual que con la detección por infrarrojo, el problema aparece con la distancia: el fuego es mucho más difícil de detectar con la distancia y el humo varía sus propiedades haciendo que sea necesario tener algoritmos diferentes a los de la detección cercana.

Se pretende contar con un sistema de visión capaz de indicar cuando detecte humo y fuego, señalando además la ubicación de forma georreferenciada, todo eso será emitido a una estación y poder combatir los incendios mucho antes que se propaguen. dicho sistema se podrá monitorear en una central de vigilancia, la cual será atendida por personal preparado, además se puede usar drones de vigilancia para ver el área exacta a combatir y ubicación de dicho incendio.

## 9. Resultados

### 9.1. Algoritmo de detección de color

Listado 1: Seguidor de color Rojo

```

vid=videoinput('winvideo',1);
set(vid,'FramesperTrigger',Inf);
set(vid,'ReturnedColorspace','rgb')
vid.FrameGrabInterval=5;

start(vid);

while(vid.FramesAcquired<=100)

data=getsnapshot(vid);

diff_im=imsubtract(data(:,:,1),rgb2gray(data));
diff_im=medfilt2(diff_im,[3,3]);
diff_im=im2bw(diff_im,0.18);
diff_im=bwareaopen(diff_im,300);

bw=bwlabel(diff_im,8);

stats=regionprops(bw,'BoundingBox','Centroid');
imshow(data);
%imshow(diff_im);
hold on

for(object=1:length(stats))
    bb=stats(object).BoundingBox;
    bc=stats(object).Centroid;

    rectangle('Position',bb,'EdgeColor','r','LineWidth',2)
    plot(bc(1),bc(2),'-m+')
end

hold off
end
stop(vid);
flushdata(vid);

clear all;
sprintf('%s','Seguidor de color');

```



Figura 5: Color rojo

## 10. Conclusiones

En este proyecto final de carrera los objetivos era crear un detector de humo por imágenes a partir de conseguir toda la información característica visuales del humo y descartar todo lo que no es humo mediante comparaciones. Las principales características visuales que se pueden encontrar en el humo son:

- El color, aunque el color del humo puede variar dependiendo del material que se este quemando o incluso reflejos del sol y del entorno.
- Otro sería el origen del incendio ya que todo humo sale de un mismo foco y se va expandiendo, también podemos tener problemas si hay aire y parte el humo en algún problema.
- El mejor factor es la expansión del humo midiendo la áreas ya que el humo tiende a aumentar su área conforme pasa el tiempo, aquí hay que tener en cuenta para que distancia queremos abarcar ya que si queremos que se active cuando aumenta  $x$  respecto la matriz de la imagen ese aumento será más moderado en largas distancias.

### 10.1. Líneas de trabajo futuro

Como líneas de trabajo futuro se puede siempre mejorar el programa para que tenga un mejor rendimiento en distintos tipos de video así como mejor optimización de la programación para que funcione más fluido a la hora de realizar todos los bucles y procesos. También se podría aplicar mediante video en directo con una webcam que sería más lo que se busca para su utilización de la vida real.

## 11. Bibliografía

1. Gilberto Gustavo Romero Hernández. (2013). Detección Temprana de Incendios Mediante Flujo de Video. México: IPN.
2. González, R.C., Wintz, P. (1996). Procesamiento digital de imágenes, Addison-Wesley.
3. Acharya, T., Ray, A. K. (2005). Image processing: principles and applications, John Wiley & Sons.
4. Alegre, E., Sánchez, L., Fernández, R. Á., Mostaza, J. C. (2003). Procesamiento Digital de Imagen: fundamentos y prácticas con Matlab, Universidad de León.
5. Rafael C. González, Richard E. Woods, Steven L. Eddins (2009). Digital image processing using Matlab, Gonzalez, Woods, & Eddins.
6. The MathWorks Image Processing Toolbox, for use with Matlab.2006
7. R. E. Woods; R. C. González; S. L. Eddins, ?Digital image processing using Matlab? Gonzalez, Woods, & Eddins, 2009
8. T. Acharya; A. K. Ray, ?Image processing: principles and applications? John Wiley & Sons, 2005
9. R. C. González; P. Wintz, ?Procesamiento digital de imágenes? Addison-Wesley, 1996
10. CONAFOR Incendios forestales resultados 2015. Comisión Nacional Forestal. Gerencia de protección contra incendios forestales. Reunión del Grupo Intersecretarial del Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales.
11. CONABIO Síntesis ejecutiva del proyecto Sistema integral de alerta temprana, monitoreo e impacto de incendios forestales. México D.F. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Julio 2012. Documento Interno.
12. Autor: David Martín-Borregón Domènech, Directora: Montse Pardàs Feliu, Wildfire detection system using image processing tools, 2011-2012
13. Ciencia, NASA. (2001). Detector Espacial de Incendios.  
*http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2001/ast21aug1.htm,21/08/2001.(17deDiciembrede2008).*
14. By A. Enis Cetin, Bart Merci, Osman Günay, Behçet Ugur Töreyn, Steven Verstockt  
Methods and Techniques for Fire Detection: Signal, Image and Video
15. manual de formación de incendios forestales para cuadrillas

16. Sistemas de vigilancia y detección. Red de comunicaciones
17. R. C. González, R. E. Woods; Digital image processing; Addison-Wesley, 2007.
18. K. S. Fu, R. C. González, C. S. G. Lee. ROBÓTICA: Control, detección, visión e inteligencia. McGraw-Hill. 1988. Pág. 306-490.
19. R. C. González, R. E. Woods, S. L. Eddins; Digital image processing using MATLAB; Prentice Hall, 2004

## 12. Anexos

### 12.1. Seguidor de color en Matlab

Seguidor de color rojo en Matlab

Listado 2: Seguidor de color Rojo

```

clc, clear all;
% Se configura las opciones de adquisicion de video
vid = videoinput('winvideo', 1, 'YUY2_640x480');
set(vid, 'FramesPerTrigger', Inf);
set(vid, 'ReturnedColorspace', 'rgb')
vid.FrameGrabInterval = 5;
% preview(vid);

start(vid)

while(vid.FramesAcquired<=200)
data = getsnapshot(vid);

% ahora vamos a reconocer el color rojo en tiempo real tenemos que extraer el color rojo
diff_im = imsubtract(data(:,:,1), rgb2gray(data));

diff_im = medfilt2(diff_im, [3 3]);
% Convertir la imagen en escala de grises a una imagen binaria.
diff_im = im2bw(diff_im, 0.18);

diff_im = bwareaopen(diff_im, 300);

bw = bwlabel(diff_im, 8);

stats = regionprops(bw, 'BoundingBox', 'Centroid');

imshow(data) % mostramos la imagen
hold on

%este es un bucle para encerrar el objeto rojo en un rectangulo y una cruz en el centroide
for object = 1:length(stats)
bb = stats(object).BoundingBox;
bc = stats(object).Centroid;
rectangle('Position',bb,'EdgeColor','r','LineWidth',2)
plot(bc(1),bc(2), '-m+')
a=text(bc(1)+15,bc(2), strcat('X: ', num2str(round(bc(1))), ' Y: ', num2str(round(bc(2)))));
set(a, 'FontName', 'Arial', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 12, 'Color', 'red');
end

hold off
end

stop(vid);
flushdata(vid);

clear all
sprintf('%', 'Seguidor de color rojo')

```