

# CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DE DETECCIÓN EN LA CÁMARA DE INDIGO

## 5.1 INTRODUCCION

En el **Capítulo 4** se ha estudiado el algoritmo de detección pero particularizado para la cámara FLIR P20. Se vio que, aunque en el **Capítulo 3** se ha descrito de manera general, había pequeñas diferencias en la implementación real del mismo entre una cámara y otra. Así, el proceso general, descompuesto en los distintos pasos mostrado en la **Figura 3.2** es válido también aquí.

Al igual que en el capítulo anterior, se va a ver en primer lugar las características de las imágenes de la cámara mediante unas pruebas preliminares. Una vez hecho eso se procederá a ver la implementación en sí pero centrándose sólo en los puntos que lo diferencian de la cámara anterior.

## 5.2 EXPERIMENTOS PREVIOS

En este apartado se va a estudiar con cierto detalle las características de las imágenes de la cámara que se estudia ahora, la comparación de las distintas imágenes tomadas y los requisitos de las mismas.

### 5.2.1 Características de las imágenes.

La diferencia fundamental existente entre las imágenes de la cámara de FLIR y la cámara Fire Wire de INDIGO es la resolución. Mientras que las primeras tienen un tamaño de 640x480 las de la segunda se reducen a la cuarta parte, 160x120. Esta reducción del tamaño conlleva, por un lado la ventaja de que el procesamiento será más rápido pero tiene el inconveniente de tener menos información y por tanto la fiabilidad de los resultados será también menor. En la **Figura 5.1** se muestra un ejemplo de imagen proporcionada por la cámara.



**Figura 5.1:** Imagen de la cámara INDIGO

Como se puede observar, la constitución de la imagen difiere bastante de las proporcionadas por la cámara de FLIR. En ésta la información era considerable: parámetros de calibración internos de la cámara, escala de temperaturas, valores extremos de dicha escala...

En la **Figura 5.1** se observa que la información mostrada en la imagen se limita simplemente a dar la temperatura del punto central. Si se analiza detenidamente la imagen comprueba que el punto central no es un solo punto, sino que son cuatro puntos. Es de suponer por tanto que la temperatura que proporciona la cámara se corresponde con el nivel de gris medio de los cuatro puntos centrales. No obstante hay un pequeño problema. No se sabe cual es el nivel de gris de ninguno de esos cuatro puntos porque la cámara los sobrescribe al añadir el punto blanco de señalización que se muestra en la imagen. Esta característica será la primera dificultad que habrá que solventar como se verá posteriormente.

Por otro lado, hay que destacar que no hay ningún tipo de escala que permita hallar la relación entre nivel de gris y temperatura. Así, aunque la cámara proporciona el valor de temperatura central, no es posible, una vez que se tiene la imagen capturada, el valor de cualquier otro punto de la misma.

Como se puede observar en la imagen, da la temperatura en grados Fahrenheit. Si se quiere se puede configurar para que esa información la de en grados Centígrados. También es posible configurar el brillo, contraste y otros parámetros, todo ello conectada a un PC y utilizando el software incluido con la misma. En el **Anexo A** se verá con mayor profundidad las características y especificaciones técnicas de las dos cámaras.

### **5.2.2 Preparativos y toma de imágenes.**

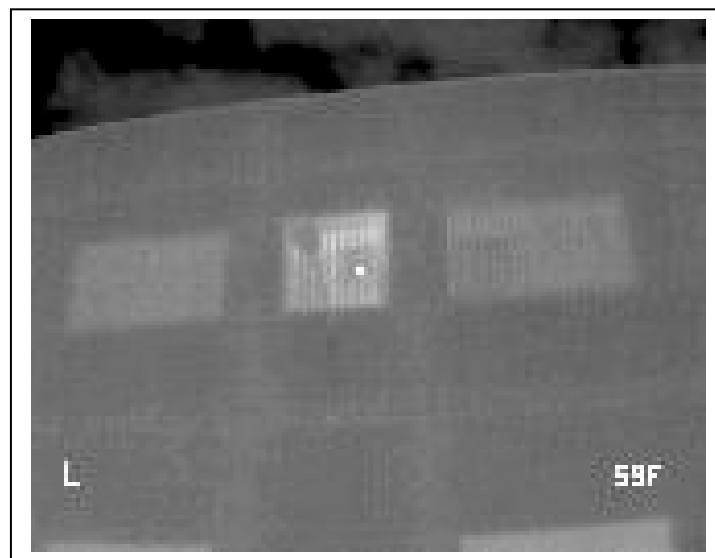
Al igual que se hizo con la cámara anterior, en esta ocasión también se procede a realizar una serie de pruebas y experimentos previos para estudiar la calidad de las imágenes. Ya ha quedado patente en la figura previa que la calidad es inferior, no sólo en cuanto a resolución sino también a contenido de información y presentación de los datos.

Del mismo modo que en el capítulo previo, se procedió a calentar una estancia del edificio convenientemente mediante el empleo de varios calefactores. Una vez hecho esto se procedió a realizar la toma de imágenes. Sin embargo el ajuste de parámetros en la cámara difiere con respecto a la cámara de FLIR, por lo que el planteamiento del experimento es diferente.

## Capítulo 5: Implementación del algoritmo de detección en la cámara de INDIGO

Así, se comentó cuales eran los parámetros más influyentes en la cámara. A saber: distancia, humedad relativa y emisividad de la superficie. En esta ocasión no es posible configurar tales parámetros, ni distancia, ni humedad relativa, ni emisividad en la superficie apuntada.

En las imágenes tomadas por la cámara de FLIR se mostraba la escala de temperaturas empleada en cada una de las tomas. Es decir, para cada una de las imágenes, la cámara calcula de manera automática la escala que corresponde con los niveles de gris y ajustes de brillo y contraste empleados en dicha imagen. Para otra imagen distinta, la escala cambiará debido a que cambian esos ajustes. Ahora no se posee esa característica. La cámara Fire Wire se puede configurar para que ajuste automáticamente el brillo y contraste, consiguiendo de esa manera una imagen correcta. No obstante, a pesar de esa ventaja, eso será un problema para el algoritmo como se verá en el apartado siguiente. Se optó por realizar la toma de una serie de imágenes con distintos ajustes de brillo y contraste pero de manera manual, de modo que una vez fijados la cámara no los modifica para otro escenario distinto. En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de las imágenes tomadas de la ventana con fugas, perteneciente a la habitación previamente calentada.



**Figura 5.2:** Gain = 1; Exposure = 180



**Figura 5.3:** Gain = 1; Exposure = 250

En las **Figuras 5.2 y 5.3** se muestran imágenes tomadas con el parámetro llamado Gain a 1. La primera se tomó con Exposure a 180 y la segunda con el valor 250. Ambos parámetros están relacionados internamente y permiten controlar lo que, en el software propietario de la cámara se denomina brillo y contraste. En las **Figuras 5.4 y 5.5** se muestran otras dos imágenes con otros valores que se establecieron en el experimento.



**Figura 5.4:** Gain = 2, Exposure = 50.



**Figura 5.5:** Gain = 2, Exposure = 70

## **5.2.2 Resultados y conclusiones.**

### **5.2.2.1 Calidad de las imágenes**

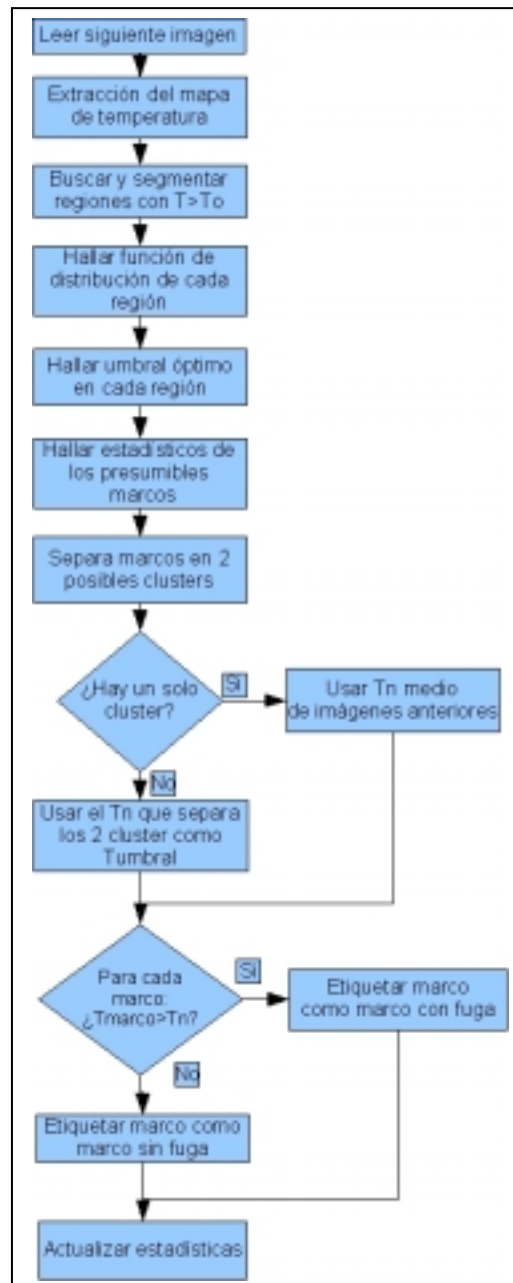
Como ya se ha comentado, la calidad de las imágenes es inferior a las estudiadas en el **Capítulo 5** para la FLIR P 20. Y esa calidad es inferior no sólo por su menor resolución sino porque el ruido presente es mayor. Todo ello dará lugar a unos resultados en el algoritmo también inferiores. De la comparación de las figuras anteriores se puede ver que su calidad es muy similar. Los parámetros que hay que tener en cuenta son **Gain**, **Exposure** y el **enfoque** para conseguir las imágenes correctas.

En el capítulo siguiente se verá cual de las cuatro combinaciones de parámetros da los resultados mejores para el algoritmo anterior. Baste ahora decir que serán preferibles aquellas imágenes en las que el contraste entre la zona con fuga y las zonas sin fuga sea mayor. Es conveniente además que la imagen esté bien enfocada. En esta cámara el enfoque se realiza de forma manual.

Por otro lado, se ha visto que no hay una relación directa entre el nivel de gris y el nivel de temperatura. O al menos no es posible, a simple vista y partiendo de una imagen dada, hallar dicha relación. Esto se discute a continuación.

### 5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

Se va a ver ahora de nuevo la implementación del algoritmo de manera práctica, tal y como se hizo en el capítulo previo, detallando sólo aquellas particularidades que lo diferencian de aquel. La forma general del algoritmo se mostró en el Capítulo 3. Se repite en la **Figura 5.6** por comodidad pero más detallado que en el Capítulo mencionado.



**Figura 5.6:** Diagrama de flujo general del algoritmo de detección.

### **5.3.1 Procesamiento previo de la imagen.**

Al igual que siempre y para cualquier algoritmo de procesamiento, se supone que las imágenes que recibe el programa son correctas, es decir, bien enfocadas, con la nitidez y contraste adecuados. No obstante, ahora, además de la imagen es necesario indicarle al programa los parámetros con los que fue tomada, es decir, Gain y Exposure.

Por otro lado, en las imágenes de la cámara de FLIR se veía una gran cantidad de parámetros adicionales en la imagen que, si bien se pueden eliminar a voluntad indicándoselo a la cámara, es conveniente dejarlos por la información que aportan. Esto implicaba tener que limitar la región donde hacer el análisis a lo mostrado en la **Figura 4.10**. Ahora los elementos adicionales son casi nulos, limitándose los mismos al punto central, el valor de temperatura del mismo y, ocasionalmente, un rectángulo en la esquina superior izquierda que indica que la cámara se está auto calibrando. Se podría limitar también la región de análisis igual que antes, pero dado que son pocos los elementos y la resolución de la imagen es pequeña, hacer esto limitaría aun más el número de píxeles disponibles para hacer el análisis por lo que se opta por poner a negro los elementos adicionales y tomar la imagen completa para el procesamiento.

### **5.3.2 Extracción del mapa de temperatura.**

Este es el punto que más diferencia a las dos cámaras. En el caso de la cámara FLIR la extracción del mapa resultaba ser relativamente fácil pues se disponía de la escala impresa en cada una de las imágenes. Si cambiaban las condiciones de temperatura del objeto enfocado, cambiaban los niveles de gris y por tanto la escala, que la cámara volvía a recalcular y poner en la nueva imagen, con lo que siempre es posible tener, para cada imagen, información exacta de la **relación lineal** entre nivel de gris y nivel de temperatura.

Estas facilidades no se poseen en la cámara INDIGO. Y este es el punto que más diferencia al código de una y otra cámara. Es necesario establecer un método adecuado para hallar dicha relación.



Se parte nuevamente de la hipótesis de que la relación buscada es lineal. En toda relación lineal es posible hallar los parámetros de la ecuación sabiendo dos puntos por lo que pase dicha recta. En el caso que nos ocupa, bastaría con saber la temperatura y nivel de gris de dos puntos, lo más alejados entre si para que la estimación sea mejor. Y esto hay que hacerlo de forma que el algoritmo siga funcionando de manera automática. Se puede plantear las siguientes alternativas.

- Cada vez que se quiera estudiar una imagen y procesarla, tomar dos imágenes consecutivas del escenario tomando dos puntos del mismo que se encuentren a distintas temperaturas. Con eso se tendría para hallar la relación lineal.

No obstante, este método presente un pequeño problema: la temperatura de la fachada del edificio es más o menos homogénea, lo que da lugar a que los valores de temperatura y niveles de gris que se obtendría para dos puntos serían similares o iguales.

- Otra posibilidad es hacer algo similar a lo anterior pero incluyendo en la imagen un patrón de temperatura conocida, por ejemplo, una plancha de material de emisividad elevada y con una temperatura conocida.

Esto presenta varios inconvenientes. En primer lugar, el hecho de hacer esto ya condiciona de algún modo la medida pues para hacer la toma de imágenes se hace necesario colocar físicamente ese patrón en la fachada del edificio. Imaginemos que la zona que se quiere estudiar se encuentra en una planta muy alta, de difícil acceso. Eso imposibilita llevar a cabo una correcta calibración. En segundo lugar hay que tener en cuenta que la cámara termográfica se encuentra ubicada en un helicóptero teleoperado desde tierra. Hacer que la cámara apunte desde el helicóptero hacia el patrón es bastante difícil teniendo en cuenta lo complejo que resulta manejar el dispositivo por parte del operador.

- Finalmente sería posible hacer que la cámara funcione en un modo que se podría llamar de calibración, antes de la toma en sí de las imágenes. En ese modo de funcionamiento se podría hacer que tomara un número determinado de imágenes previas a la imagen práctica que se quiere procesar, por ejemplo 20 imágenes. Con esas imágenes previas y mediante aplicación de un ocr al valor de la temperatura y

análisis del nivel de gris equivalente para cada imagen se elaboraría un vector de elementos **valor de temperatura-nivel de gris**. Aplicando el método de mínimos cuadrados al conjunto de pares se obtendría la recta de regresión que representa la relación lineal buscada.

Esta última estrategia es la que se adopta en la práctica pero con variaciones. Cada vez que quiera tomar una imagen se debe aplicar el paso previo de extracción de escala. O al menos hay que hacerlo cuando se cambie, por ejemplo, de una fachada a otra en la que las condiciones térmicas sean bien diferentes y halla que cambiar los parámetros Gain y Exposure

- Lo que se hace en la práctica es eso mismo pero fuera de línea, es decir, no se hace de manera dinámica con el helicóptero en acción sino antes de eso. Se vio en el apartado 5.2 que en los experimentos previos se tomaron imágenes con distintos ajustes de los parámetros Gain y Exposure. De hecho se hicieron cuatro combinaciones distintas. Esos valores no se tomaron de manera aleatoria sino que se ajustaron para que las imágenes proporcionadas por la cámara fueran correctas y dieran unos resultados idóneos.

Para cada una de las combinaciones se almacenaron cientos de imágenes. Y se aplicó al método de mínimos cuadrados para cada conjunto. Por ejemplo, se tomaron las imágenes almacenadas para el ajuste Gain = 1 Exposure = 180, se aplica OCR a cada una de las imágenes en el valor de la temperatura y se asocia ese valor al nivel de gris equivalente señalado por el punto central. Se obtiene así un conjunto de pares nivel de gris-temperatura a los que se aplica mínimos cuadrados. Y así se hace para los otros tres ajustes mostrados en las Figuras 5.3, 5.4 y 5.5. Se obtuvieron los resultados mostrados en la **Tabla 5.1**.

Gain	Exposure	$T = a * L + b$
1	180	$Y = 0.1357 * L + 22.0164$
1	250	$Y = 0.1418 * L + 19.9718$
2	50	$Y = 0.2012 * L + 21.1224$
2	70	$Y = 0.1912 * L + 25.979$

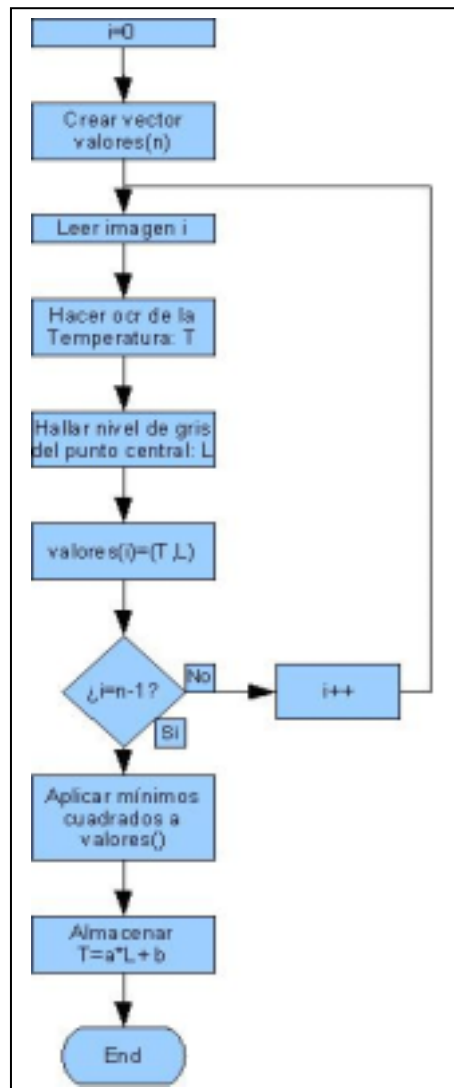
**Tabla 5.1** Relación lineal para distintos valores de los parámetros.

## Capítulo 5: Implementación del algoritmo de detección en la cámara de INDIGO

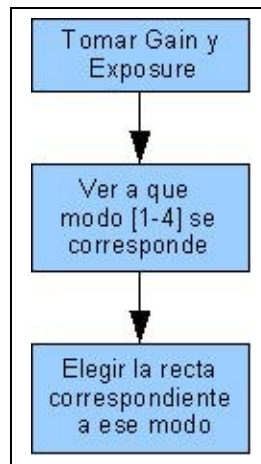
Una vez obtenida la ecuación para cada combinación de valores se procede a almacenarlas en el código. Posteriormente, cuando se tome una imagen, se le indica al programa con cual de los cuatro modos predefinidos se ha tomado la imagen y en función de ese parámetro se selecciona una u otra recta. En definitiva lo que se ha hecho es crear una base de datos, una tabla con cuatro modos de funcionamiento y sus escalas asociadas.

En caso de que se tomen imágenes con unos parámetros distintos a los indicados en la cámara sería necesario calcular la nueva recta de regresión offline y añadirla a la base de datos. O bien se podría hacer en tiempo real, es decir, calcularla como se dijo antes, como paso previo al procesamiento previo de la imagen deseada en si.

Los dos procesos se resumen en las siguientes Figuras 5.7 y 5.8.



**Figura 5.7:** Obtención directa de la escala de temperatura.



**Figura 5.8:** Obtención de la escala mediante consulta de tabla.

Salta a la vista cual de los dos procedimientos requiere menos procesamiento. No obstante cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. El primero de ellos tiene la ventaja de que permite automatizar completamente el proceso pues sólo es necesario pasarle una serie de imágenes del mismo escenario para que halle la escala de manera automática, despreocupándose el usuario de cuales son los parámetros con los que se tomó la imagen. Sin embargo, tiene el inconveniente de que necesita variar sensiblemente la dirección de la cámara durante el proceso de calibración con el fin de que en las imágenes haya una cierta “variedad” de temperaturas y niveles de gris, para que así la estimación sea más fidedigna.

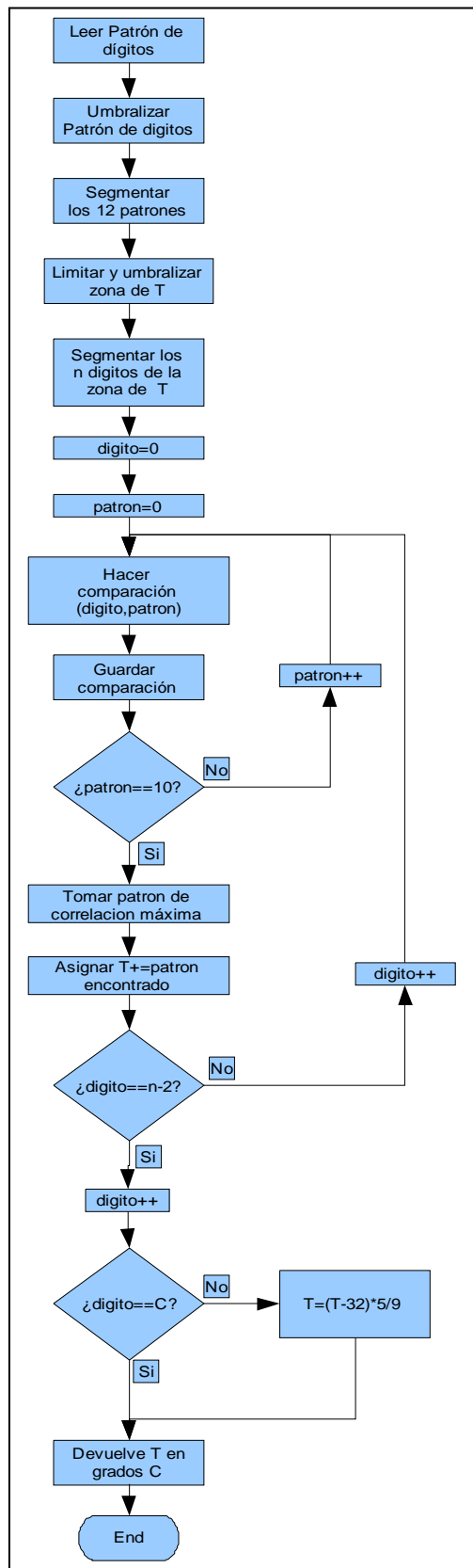
El segundo método tiene la ventaja de no introducir procesamiento adicional y evita el engorro del proceso previo de auto calibrado. Pero a costa de perder flexibilidad pues, a parte de tener que elegir entre alguno de los cuatro modos disponibles, en caso de querer usar otro modo no introducido en la tabla interna hay que calcular la recta correspondiente a esos parámetros nuevos con antelación a la toma real de la imagen a procesar.

En el diagrama de la **Figura 5.7** hay que detallar algunos de los puntos incluidos.

### **5.3.2.1 OCR de la temperatura.**

El procedimiento empleado para hacer el ocr en este caso aunque es muy similar, se simplifica considerablemente debido a varias razones. En primer lugar, sólo hay que

reconocer una región. Eso reduce la carga computacional. En segundo lugar, la correlación es más sencilla. Se detalla el diagrama de flujo en la **Figura 5.9**.



**Figura 5.9:** Algoritmo de OCR.

De la figura anterior se deduce la gran analogía con el OCR de la otra cámara. Hay que distinguir algunas diferencias. La primera ya se ha comentado y es que sólo hay que analizar una región. Por otro lado, si se observa alguna de las imágenes de ejemplo del experimento previo, se puede ver como el valor de temperatura no está impreso sobre fondo negro como ocurría con la cámara FLIR. Ahora se imprime sobre la imagen directamente. Por tanto es necesario realizar una umbralización de la región para que al segmentar se distinga bien los dígitos del fondo. Ahora el valor umbral es más crítico dado que el nivel de gris de fondo es heterogéneo. Anteriormente era negro absoluto y no había problema. La umbralización se introducía para resolver el problema de ruido de compresión. Pero ahora es más que obligado usarla, y usarla con un umbral correcto. Si diese la casualidad de que el fondo coincide con una región caliente, con nivel de gris aproximadamente igual o superior al umbral elegido se produciría errores de reconocimiento.

Siguiendo con el diagrama, una vez umbralizada la región, se procede a segmentarla, obteniendo  $n$  dígitos, de los cuales  $n-1$  es la cifra y el  $n$ -ésimo indica si la temperatura está en grados Centígrados o grados Fahrenheit. En esta ocasión, para reconocer los dígitos se podría hacer, al igual que antes, una correlación dígito a dígito con cada uno de los patrones, que se muestran en la **Figura 5.10**, pero se comprobó que la posición que ocupan dichos dígitos es siempre la misma, independientemente del número que sea y del orden en la cifra. Por tanto una vez segmentados tanto los dígitos de la imagen como del patrón se puede hacer una comparación uno a uno de los píxeles que los componen. Se obtuvo un buen resultado usando ese método.



**Figura 5.10:** Los 12 patrones del OCR de la cámara INDIGO

En el diagrama se ve que en primer lugar se reconocen los  $n-1$  primeros dígitos, correspondientes a los de la cifra. Una vez hecho eso se pasa a reconocer el carácter “c” o “F” que indica la unidad de medida usada. Si viene dada en grados Celsius se devuelve la

temperatura tal cual. Si viene dada en grados Fahrenheit se transforma a grados Celsius. No obstante, la unidad empleada es configurable según desee el usuario.

### **5.3.2.2. Nivel de gris central.**

Ya sea de manera manual o de manera automática, para poder hallar la ecuación de la escala es necesario saber, para al menos dos imágenes, la temperatura indicada por la cámara, lo cual se resuelve mediante el ocr, y el nivel de gris central. Se dijo anteriormente que el nivel de gris central se correspondía con el punto señalado en el centro de la imagen por un punto blanco. El problema reside precisamente en hallar dicho valor, pues la cámara lo sobrescribe con dicho punto. De hecho, el punto no se corresponde con un píxel sólo sino que son cuatro píxeles.

El software incluido con la cámara permite especificar que quite dicho punto de señalización en cuyo caso no sale el valor de temperatura. Las imágenes del experimento se tomaron con dicho punto, por lo que para poder medir el nivel de gris se supone que el nivel de gris medio de los cuatro píxeles es aproximadamente igual al valor medio de los 12 píxeles vecinos. Esto será válido siempre y cuando el punto señalado y los píxeles vecinos se correspondan con una superficie homogénea. Si ocurriera que el punto coincidiera con una frontera, la hipótesis dejaría de ser cierta y la medida sería errónea. Este es uno de los factores que se tienen en cuenta para no considerar sólo dos imágenes para sacar la relación lineal, sino que se toman bastantes más.

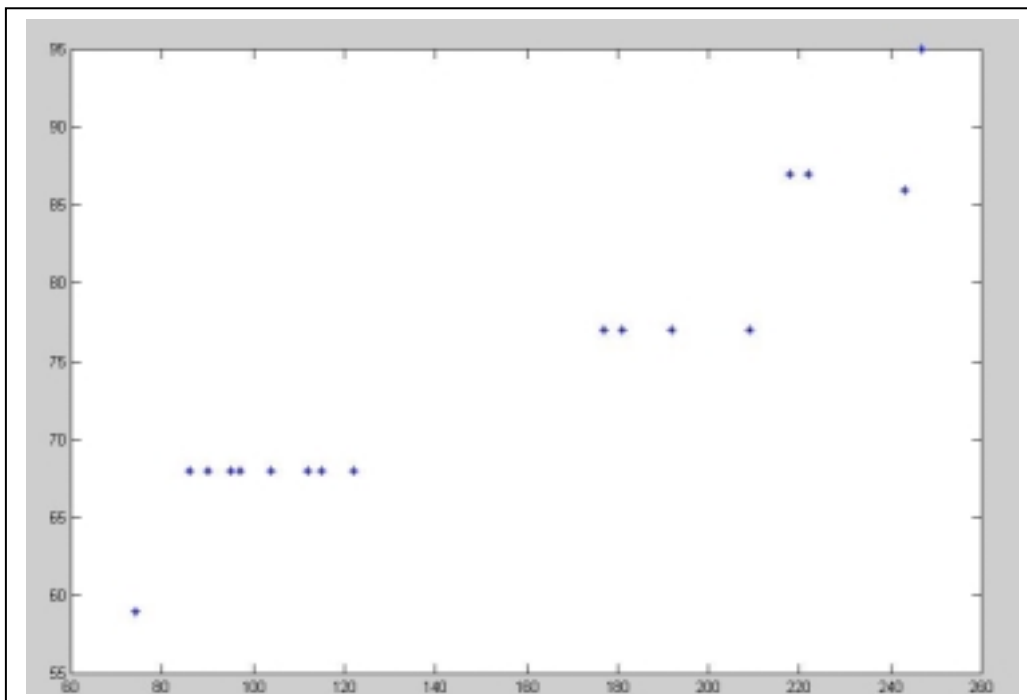
En el punto anterior ya se tenía el nivel de temperatura, y aquí ya se tiene el nivel de gris. Haciendo esto para un número  $n$  de imágenes se tendrá un conjunto de  $n$  duplas temperatura-nivel de gris.

### **5.3.2.3 Hallar recta de regresión por mínimos cuadrados. Linealidad de la escala.**

Suponiendo que se tiene un muestreo suficiente de imágenes, habiendo obtenido de ellas el conjunto de puntos anterior, sólo queda aplicar el algoritmo de mínimos cuadrados a dicho conjunto para obtener la recta de regresión que representa la relación de equivalencia buscada.

Desde un principio se ha supuesto siempre linealidad en la escala de temperaturas, tanto para la cámara de FLIR como para la cámara de INDIGO. Se comprobó en el capítulo anterior que esa hipótesis era cierta y se cumplía bastante bien, como se pudo ver en la **Figura 4.9**.

Sin embargo, en esta ocasión esa hipótesis no es del todo cierta debido al comportamiento de la cámara. Si se toma un número  $n$  de imágenes y se aplican los pasos anteriores, es decir, se ve la temperatura señalada por el “punto” central de las mismas, se ve el nivel de gris de dicho punto, y se dibujan en una gráfica con ejes Temperatura-nivel de gris se obtiene la nube de puntos mostrada en la **Figura 5.10**.

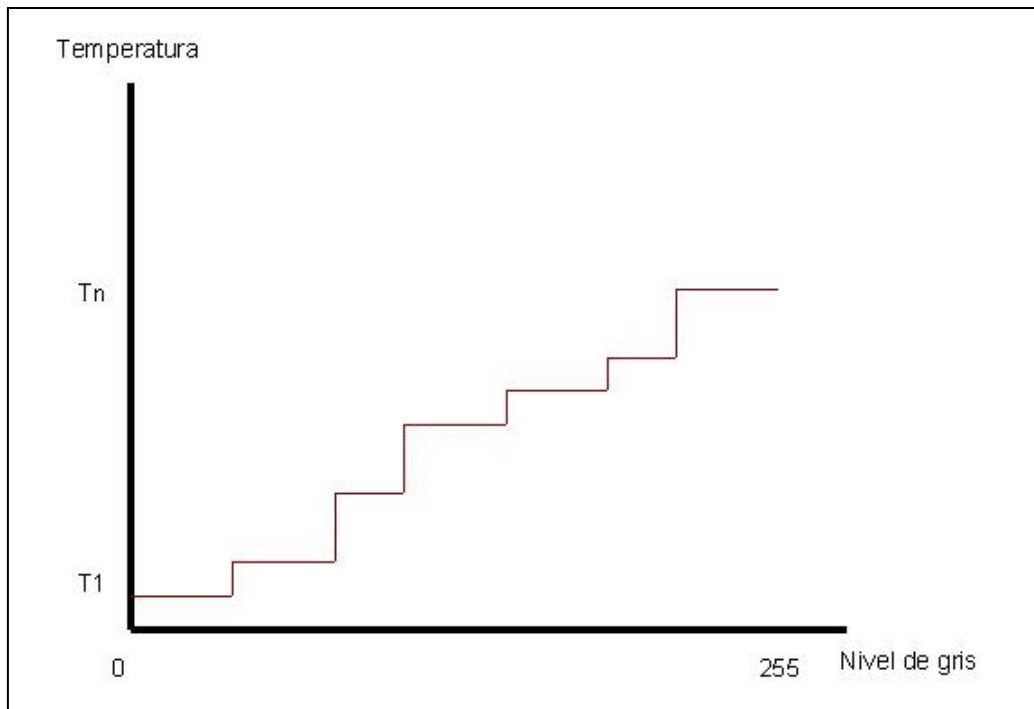


**Figura 5.11:** Asociación Temperatura-nivel de gris para distintas imágenes.

La gráfica se corresponde con una muestra de 20 imágenes. Se puede ver que la relación no es ni mucho menos lineal, sino que es más bien escalonada.

Ello se debe a que la cámara asocia a distintos niveles de gris un mismo nivel de temperatura, y de manera escalonada. Es decir, hace una cuantización del rango de temperaturas, como se muestra en la **Figura 5.12**.



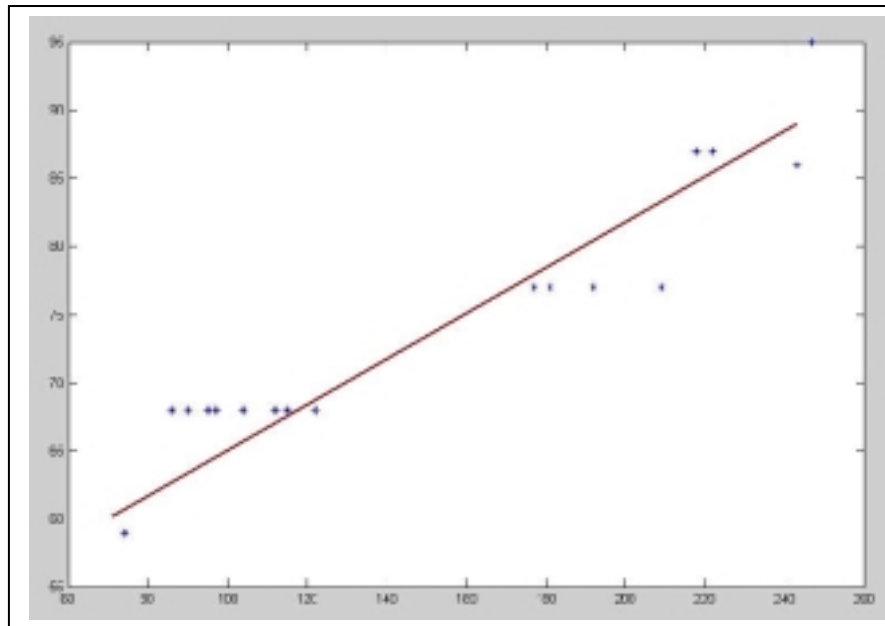


**Figura 5.12:** Cuantización de la escala de temperatura.

Además, se observa que la cuantización no es uniforme, siendo los intervalos similares pero heterogéneos. Se observó también que los saltos son siempre iguales, habiendo intervalos de temperatura que no salían nunca. Por ejemplo, del valor 56 ° F podía pasar a 61 ° F aunque el nivel de gris se correspondiera con un valor de ese intervalo.

No obstante, la evolución de la gráfica muestra que la tendencia es lineal. Aunque, como se ha comprobado, la suposición de linealidad de la escala queda entredicho, se acepta y se aplica el método de mínimos cuadrados para linealizar la escala de la **Figura 5.12**, con lo cual se obtiene la recta de regresión que más se ajusta a la nube de puntos de la **Figura 5.13**.

El método de mínimos cuadrados es el mismo que se aplica en el capítulo previo. La única diferencia es la que ya se ha ido explicando en todo lo expuesto anteriormente: en vez de aplicarse a una escala gráfica, a falta de la misma se aplica a una muestra de n imágenes, intentando que sean lo más variadas posibles en lo que se refiere a valores de temperatura para que dicho muestro sea significativo.



**Figura 5.13:** Linealización por mínimos cuadrados.

En este punto se ha discutido el punto del algoritmo que más diferencia a una cámara de otra. En lo que resta de capítulo, las diferencias son mínimas por lo que sólo se mencionan sus puntos principales para no perder la idea general del mismo.

### **5.3.2.3 Sustitución de nivel de gris.**

Una vez obtenida la relación lineal se procede a hallar la equivalencia entre nivel de gris y temperatura para cada uno de los píxeles que componen la imagen.

### **5.3.3 Segmentación de regiones.**

Del mismo modo se procede realizar la segmentación de la imagen, aplicando el mismo procedimiento que en el capítulo previo. Sin embargo, hay que señalar que al ser las imágenes de menor resolución, la segmentación es un poco más delicada, siendo el umbral de temperatura más crítico que para la cámara FLIR. De hecho, de manera completamente empírica se comprobó que diferencias de tan solo 1 ° F hacían diferenciar una segmentación desde 3 a 10 regiones. Como se verá en el **Capítulo 6**, los resultados variaban sensiblemente entre una situación y otra. Ello es debido al hecho de que el disminuir el umbral de segmentado sensiblemente implicaba segmentar muchas más regiones. Pero esas regiones adicionales son de dimensiones bastante reducidas, incluso de pocas decenas de píxeles. Un

tamaño tan reducido implicaba no tener suficiente información para aportar medidas estadísticas fiables. Es más, incluso contribuyen a distorsionar las estadísticas más fiables aportadas por las regiones de mayor tamaño.

La solución adoptada es incluir después de la segmentación una condición que permita eliminar las regiones que no superen cierto tamaño. Se comprobó en la práctica que se obtenía un buen resultado eliminando regiones de tamaño inferior a los 100 píxeles. Una vez introducida esa condición adicional sería posible bajar aún más el umbral de segmentación pues al eliminar esas regiones el algoritmo deja de ser tan sensible a dicho umbral.

### **5.3.4 Hallar distribución de temperatura, umbral óptimo y estadísticos de los marcos.**

Estos tres puntos se aplican exactamente igual que para la cámara anterior, por lo que para una explicación detallada se remite a los apartados **4.3.4** y **4.2.5**.

## **5.4 CONCLUSIONES**

En este capítulo, como se hizo en el anterior, se ha visto con cierto detalle los puntos del algoritmo explicado en el **Capítulo 3**. Sólo se ha entrado en detalle en aquello que más diferencia a una cámara de otra. Y ese punto es el primero de todos, la búsqueda de una escala adecuada para poder hallar fácilmente la temperatura de cualquier punto de la imagen. De la fiabilidad y precisión de dicha escala depende la fiabilidad del resto del algoritmo. Se ha partido siempre de una serie de suposiciones, entre ellas la linealidad de la escala. Esta suposición era exacta en la cámara FLIR P20. No ocurre así en la que se ha estudiado en esta ocasión. Se ha podido comprobar la falta de precisión y exactitud de las medidas proporcionadas por la misma. Da la sensación de que este dispositivo está diseñado con un carácter más cualitativo que cuantitativo. En la FLIR se obtiene precisión de décimas de grado y en esta se producen saltos de hasta 5 o 6 grados entre un valor de temperatura y el siguiente.

Queda por comprobar los resultados de la aplicación del algoritmo sobre las imágenes tomadas en los distintos experimentos y la influencia de los distintos parámetros que se han

## Capítulo 5: Implementación del algoritmo de detección en la cámara de INDIGO

ido estudiando a lo largo de estos capítulos, tales como umbral de segmentación, número de regiones segmentadas o márgenes de confianza. Todo ello se verá a continuación.