

## CONCLUSIONES

La Transformada de distancia es una herramienta que se utiliza para representar la información dentro de sistemas de reconocimiento de imágenes. Su mayor utilidad radica en el reconocimiento de objetos de acuerdo a su localización y posición en la imagen. Sin embargo está limitada por las características que deben tener los datos en la entrada del sistema. Es necesario que las imágenes de donde se extraen los objetos los presenten con la misma perspectiva, la misma posición, sin inversión, sin rotación, sin escalamientos y con tamaños similares. Sin embargo y a pesar de estas limitaciones, el método de la Transformada de Distancia demuestra su confiabilidad para el reconocimiento de imágenes poco complejas como las utilizadas en las pruebas. Fotografías de botellas, latas y en específico de matrículas de automóviles ejemplifican imágenes en las que la técnica se ejecuta con un pequeño porcentaje de error debido a la similitud espacial de las figuras.

Las imágenes que se utilizaron para obtener el porcentaje de confiabilidad del programa son fotografías de matrículas de automóviles del Estado de Puebla, formato JPG de 400x300 píxeles, en las cuales, el objeto a reconocer se encontraba en la tercera posición de las letras de la matrícula. Con ellas se realizaron dos evaluaciones del programa. En la primera se alimentó al sistema con 4 imágenes para posteriormente someter a reconocimiento 15 fotografías más. En la segunda prueba, el sistema se alimentó con 7 imágenes y se evaluó el reconocimiento de 10 más. En ambas pruebas, el programa demostró un porcentaje de error del 20%, considerándose un porcentaje adecuado para un primer trabajo sobre la Transformada de Distancia. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un análisis de los valores mínimos con los que el sistema reconoce al objeto y lo asigna a una Transformada de Distancia. Con ello se puede obtener un rango de valores con los

cuales trabajar en la asignación de una etiqueta o bien, si la distancia del objeto con la Transformada es mayor que el máximo del umbral, se podría tomar la decisión de no reconocer al objeto. Este trabajo beneficiaría la toma de decisión del programa y colaboraría en el conocimiento de la confiabilidad del programa.

Es importante notar que el porcentaje de confiabilidad del 80% considera los objetos alineados con 95% de exactitud, es decir, que los objetos varían 5% en sus atributos como tamaño, alineación u orientación respecto a los objetos originales. Para reducir el porcentaje de error del sistema es necesario realizar estudios y comparaciones de técnicas de reconocimiento con el objetivo de lograr que la Transformada de Distancia se considere una técnica fiable y aplicable a campos comerciales. Un porcentaje de error deseable para esta técnica está ubicado en el rango entre 1 y 5%.

Las pruebas realizadas arrojaron también datos sobre la velocidad del sistema. Los resultados arrojados muestran que el tiempo de entrenamiento de una imagen va de un minuto a un minuto y medio; el tiempo de reconocimiento es de aproximadamente un minuto. Ambos lapsos son considerados como buenos para la realización de simulaciones, sin embargo, para aplicaciones comerciales es necesario el uso de otro lenguaje de programación que agilice el proceso.

En Matlab el tiempo de procesamiento se justifica debido a la comparación píxel a píxel de la gran cantidad de datos que debe procesar. En el caso de imágenes RGB sin técnica de compresión, están formadas por 360000 bytes o 2880000 bits de información que requieren cierto tiempo de procesamiento. Para reducir la cantidad de datos necesarios

para el reconocimiento de imágenes, se recomienda el desarrollo de trabajos posteriores que utilicen técnicas de segmentación, vectorización, etc.

La programación en Matlab para simular el diseño presenta ventajas en la implementación puesto que incluye una librería especializada para el procesamiento de señales que contiene comandos para manejar, mostrar y convertir imágenes, realizar operaciones geométricas, llevar a cabo análisis estadístico de la imagen y de los píxeles, cambiar los atributos de las imágenes, filtrar linealmente y en dos dimensiones, procesamiento de la imagen por bloques o por vecindades, etc.

En cuanto a aplicaciones futuras del trabajo, las principales son reconocimiento de imágenes tridimensionales y redes neuronales. Las imágenes tridimensionales son más específicas en forma, espacio y tamaño que las imágenes bidimensionales, es por ello que la adaptación de la Transformada de Distancia a tres dimensiones resulta una buena técnica para el reconocimiento de este tipo de patrones.

Las redes neuronales son sistemas que asemejan el funcionamiento del cerebro humano, es decir, el sistema no solo reconoce objetos, sino que también aprende los objetos desconocidos. Las redes neuronales utilizan técnicas de reconocimiento de patrones antes de utilizar técnicas de aprendizaje. Funcionan como filtros digitales, en los cuales el sistema se representa por una serie de retrasos con sus respectivos coeficientes. La fusión de la técnica de la Transformada con redes neuronales implicaría una reducción de la cantidad de datos procesados, un incremento en la velocidad y un método más confiable de reconocimiento y aprendizaje de patrones. Una ventaja actual del código sobre ésta aplicación es que se realizó en Matlab, un programa abundante en librerías que

permiten el procesamiento digital de señales, y la mezcla de lenguajes de programación como Java, C++, etc. Con estas herramientas será posible enriquecer el código actual ingresando a aplicaciones como las ya mencionadas.