



**UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ESCONDIDO**

RESTAURACIÓN DE IMÁGENES CON DEGRADACIÓN POR
BORROSIDAD EMPLEANDO TÉCNICAS DE
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INFORMÁTICA

PRESENTA
PAULA FRANCO SANTOS

DIRECTOR DE TESIS
M. EN C. JOSÉ EDGAR LARA RAMÍREZ

Dedicatoria

*Dedico esta tesis a **Dios**, que me ha dado la vida y por permitirme terminar este trabajo, porque me ha dado grandes bendiciones que han coadyuvado a la conclusión de este gran proyecto, porque sé que sola no hubiera tenido la fuerza necesaria para continuar luchando contra todo obstáculo que a lo largo de la carrera se ha presentado.*

*A mis padres **Vicencio Franco Venegas** y **Epifanía Santos Colmenares** que me han brindado todo su apoyo, amor y consejos en cada momento, porque gracias a su guía he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de la vida, terminar mis estudios profesionales; de todo corazón deseo expresarles que mis logros han sido también suyos.*

*A mis hermanos **Armando, Rogelio, Victoria y Antonia** por haberme brindado su apoyo incondicional, comprensión y confianza.*

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad del Mar campus Puerto Escondido por haberme abierto las puertas, porque sé que con su ayuda el camino fue menos difícil. Por su gran apoyo al facilitarme los medios suficientes para terminar la carrera, además de brindarme el financiamiento de gran parte de mis estudios, otorgándome las becas de colegiatura y alimentación desde el primer año que me dieron la oportunidad de formar parte de sus filas.

Al Programa Nacional de Becas para la Educación Superior (PRONABES) porque su existencia motivó mis deseos de superación y fue una gran contribución para poder continuar con mis estudios. Además por el financiamiento de esta tesis de licenciatura mediante la concesión de la beca de titulación a través del programa becanet - superior.

Desde luego un agradecimiento a mis maestros, ya que sus enseñanzas me han dado una inmensa satisfacción día a día, porque por ustedes he alcanzado todos los logros que hasta ahora he tenido, ya que adquirí sus sabios consejos, compartí un valioso e interesante proceso de enseñanza-aprendizaje y por su capacidad para guiar mis ideas.

Un especial agradecimiento a mis padres por su constante apoyo por lo cual les estaré eternamente agradecida, sé que esos cimientos que han puesto en mí, han sido la base para llegar hasta donde hoy estoy.

Gracias a mi director de tesis M. en C. José Edgar Lara Ramírez por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección, la ayuda, confianza, paciencia y sus consejos en mi trabajo han sido un aporte invaluable no solamente en el desarrollo de este trabajo, sino también en mi formación como profesional.

Por sus observaciones y consejos agradezco a los revisores de este trabajo: M. en C. Isidro Moctezuma Cantorán, M. en C. Jorge Ochoa Somuano, M. en C. José Francisco Delgado Orta y M. en C. Manuel Alejandro Valdés Marrero.

Resumen

En este trabajo de tesis se realizó un estudio sobre la restauración digital de imágenes con degradación por borrosidad, mediante la utilización de técnicas de procesamiento digital de imágenes, dentro de los algoritmos que aplican este tipo de técnicas se encuentran los siguientes: Filtro de Wiener, Filtro Inverso y el criterio de Minimización de rizado; para poder implementarlos se creó una aplicación con el uso de la herramienta Matlab. El objetivo fue disminuir o remover los efectos que degradan una determinada imagen y de esta forma obtener imágenes de mejor calidad. El proceso de restauración utilizado en este trabajo de tesis, requiere el conocimiento de los parámetros de ruido que causan la degradación (ángulo y distancia hacia donde se efectúa la borrosidad); aun, cuando los valores de estos parámetros son desconocidos, es posible obtener una aproximación de ellos.

Se procesaron los resultados y con base en la evaluación que se hizo después de aplicar el filtro de mediana con los tres métodos de restauración, se concluyó que el filtro de Wiener es más eficiente, con un porcentaje de error de 6.47%, mientras que al aplicar el filtro inverso el porcentaje de error fue más alto, de 13.50%, y con el criterio de minimización de rizado se tuvo 8.28%. Los porcentajes de error se obtienen al aplicar la fórmula del cálculo del error relativo, tomando como denominador el punto medio del rango del nivel de intensidad que es 128. De acuerdo a estos resultados, se recomienda el uso del filtro de Wiener porque presenta un porcentaje de error menor, en el caso de usar los filtros restantes es recomendable aplicar el filtrado de mediana para reducir el ruido sal y pimienta que pueda contener la imagen y así lograr la disminución del porcentaje de error. En la mayoría de los casos de estudio evaluados, se encontró que el ruido sal y pimienta causa un aumento en el porcentaje de error en los filtros inverso y minimización de rizado, al aplicar el filtro de mediana se consiguió reducir este ruido, sin embargo no se logró que estas dos técnicas obtuvieran mejores resultados.

Abstract

This research project entails a digital restoration project of images degraded by blurring, using digital image processing techniques that include the following algorithms: Wiener filter, inverse filtering, and ripple minimization; to implement them, it was used the Matlab tool. The objective was to reduce or remove the effects that degrade a given image obtaining images of better quality. The restoration process requires knowledge of noise parameters that cause degradation (angle and distance to where the blurring takes effect); however, when the values of these parameters are unknown it is possible to approximate them.

After the results were processed, an evaluation was made after applying the median filtering using the above-mentioned methods of restoration and the following conclusion was reached: The Wiener filter is more efficient than the others filters, with an error percentage of 6.47 %. While applying the inverse filter, the percentage was the highest, 13.50 %, and the ripple minimization technique error was 8.28 %. The error percentages are obtained applying the formula for calculating the relative error, using as a denominator the midpoint of the range of intensity level is 128. In agreement to these results, it is recommended to use the Wiener filter because it present a minor error percentage, in case of using the others filters, it is necessary to apply the median filtering to reduce the salt and pepper noise contained in the image, to decrease the error percentage. In most case studies evaluated, it was found that the salt and pepper noise causes an increase in the error percentage, the filters inverse and ripple minimization, to apply the median filter to reduce this noise, however does not possible that these two techniques to obtain better results.

CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS.....	viii
LISTADO DE TABLAS	xi
LISTADO DE ECUACIONES	xii
LISTADO DE CÓDIGO FUENTE.....	xiii
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	5
2.1. Estado del arte y trabajos relacionados.....	5
2.2. Justificación	14
2.3. Planteamiento del problema.....	15
2.4. Objetivos.....	16
2.5. Alcances y límites del estudio	16
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	19
3.1. Procesamiento digital de imágenes.....	19
3.2. Formación de una imagen en el sistema de visión humano.....	23
3.3. Pixel	25
3.4. Imagen digital	26
3.5. Imagen de color RGB	29
3.6. Imagen a escala de grises.....	30
3.7. Histograma de una imagen	31
3.8. Filtrado de la mediana.....	31

3.9. Degradación de imagen.....	32
3.10. Modelo de degradación.....	34
3.11. Restauración digital de imagen.....	35
3.12. Dominio espacial y dominio de la frecuencia.....	35
3.13. Transformada de Hough	37
3.14. Transformada de Fourier	39
3.15. Métodos de restauración	43
3.16. Filtro de Wiener	43
3.17. Filtro inverso.....	45
3.18. Criterio minimización de rizado	46
3.19. Teorema de No Free Lunch	47
3.20. Matlab	48
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL TEMA.....	50
4.1. Adquisición y características de las imágenes.....	51
4.2. Aplicación de ruido a las imágenes	54
4.3. Implementación de los algoritmos de restauración.....	56
4.4. Realización de pruebas y mejoras.....	58
4.5. Evaluación y comparación de resultados.....	67
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .	82
ANEXO A. MANUAL DE USUARIO.....	85
ANEXO B. CÓDIGO FUENTE DE LA APLICACIÓN.....	97
ANEXO C. CONTENIDO DEL CD.....	107
REFERENCIAS	110