



**UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ESCONDIDO**

CLASIFICACIÓN DE OBJETOS RÍGIDOS A PARTIR DE
IMÁGENES DIGITALES, EMPLEANDO LOS MOMENTOS
INVARIANTES DE HU

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INFORMÁTICA

PRESENTA
CARLOS PÉREZ LARA

DIRECTOR DE TESIS
M. EN C. JORGE OCHOA SOMUANO

Dedicatoria

A mi mamá,

Porque sin usted no lo hubiera hecho posible, por haberme enseñado a mirar más allá que cualquier otra persona, por enseñarme a trabajar sin importar el agotamiento, por eso y muchísimo más, este libro es para usted mamá.

A mis hermanas Eli y Soli.

Por su amor, cariño, comprensión, hermandad y ayuda en este trabajo.

*A mi hermosa novia, **Yane**, quien me alienta y cree en mí, por demostrarme que puedo contar con su ayuda en cualquier momento, y sobre todo, por haber hecho que disfrutara más la última parte de esta etapa de mi vida.*

*A **Sol**, por los momentos agradables que convivimos.*

Agradecimientos

*A la **Universidad del Mar** por brindarme la facilidad de adquirir estos conocimientos y aplicarlos en este trabajo de tesis y por prepararme en la entrada de mi vida profesional.*

*A la **Honorable comisión de becas**, por su apoyo con la beca alimenticia en algunos semestres de mi carrera.*

*Al **Programa Nacional de Becas**, por brindarme la beca de Servicio Social la cual me fue de gran ayuda en un momento oportuno.*

*A **mi mamá**, por su ayuda incondicional a lo largo de toda mi trayectoria académica, la única persona que más admiraré en toda mi vida, por ser la madre más atenta con sus hijos y darles lo mejor sin pensar antes en ella, por ayudarme a pensar que nada es gratis y a cumplir mis ambiciones, por eso y más le viviré agradecido toda mi existencia.*

*Al **Maestro en Ciencias Jorge Ochoa Somuano**, mi director de tesis y maestro, por aceptarme como tesista, guiarme en cada momento, tenerme paciencia y hacerme un espacio en su apretada agenda a lo largo de este trabajo de tesis; y sobre todo por ser un excelente maestro.*

*A los **revisores de tesis** que participaron con su tiempo y profesión en la corrección y aprobación de esta tesis.*

*A la **Maestra en Administración Mabel Rodríguez de la Torre**, por darme sus consejos para mejorar mi calidad académica, por alentarme en cada momento para aspirar a cosas grandes.*

*A mi hermana **Eli**, por su orientación académica a lo largo de mi carrera y por su cuidado de toda mi vida.*

*A mi hermanita **Soli**, por despertarme en las mañanas cada vez que se me hacía tarde y por hacer desaparecer mi mal humor, causa de mis desvelos, con sus pláticas.*

*A **Alejandro Torres García, Anayeli Pérez Clemente**, a mis compañeros de grupo: **Anel, Ali, Farith, Iván, Erik, José, Evelio, Segifredo y Marquitos**, sin olvidar a **Poly y Ayleth**, y a **todos** aquellos que formaron parte de este trabajo.*

Resumen

La inteligencia artificial ha funcionado como un instrumento muy importante en el desarrollo de nuevas tecnologías referentes a visión, voz, señales, todo esto referente para procesarlo por medio de una computadora. Dentro del área de visión, es de suma importancia cuando ésta se aplica se haga la simulación de distinguir un objeto de otros, la diferenciación de estos lo hace un clasificador de objetos. Este trabajo de tesis nombrado “Clasificación de objetos rígidos a partir de imágenes digitales, empleando los momentos invariantes de *Hu*” fue una investigación en la que se realizó un software clasificador de objetos. Para la extracción de las características de los objetos en las imágenes se emplearon los momentos invariantes de *Hu*, que, como su nombre lo dice, son invariantes a rotación, escala y traslación. En la clasificación de estos mismos objetos se utilizó el clasificador *K-means*. Las pruebas que se realizaron para la validación de este software fueron: números, letras, herramientas, tornillos, figuras geométricas y llaves con monedas. En el resultado de estas pruebas se reportó un porcentaje de certeza de 97.76 % y un porcentaje de error de 2.24 % bajo condiciones controladas del ambiente. De acuerdo a los resultados planteados, estos mismos pueden ser aplicados en la industria como clasificadores de control de calidad, en la medicina como clasificación de células cancerígenas, en la milicia como detección de artillería enemiga, entre otras.

Abstract

Artificial intelligence has been a very important instrument for the development of new technologies related to vision, voice, signals which can be processed using computers. Artificial intelligence is of utmost importance when simulation on its viewing area is programmed to distinguish an object from others, in effect classifying objects. This thesis named "Classification of rigid objects from digital images, using *Hu* invariant moments" was an investigation using object-classification software. In order to features extraction of objects in the images the method *Hu's* invariant moments was used, which, as its name implies, are invariant to rotation, scaling and translation of objects. In the classification of these same objects the *K-means* classifier was used. The tests performed for the validation of this software were: numbers, letters, tools, screws, keys shapes and coins. The results of these tests are reported to a percentage of certainty of 97.76 % and an error rate of 2.24 %. According to the proposed results, the same accuracy variables can be applied in industry for quality control in medicine and classification of cancer cells; in the military as enemy-artillery detection, among many other uses.

CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS	V
LISTADO DE TABLAS	IX
LISTADO DE ECUACIONES	XI
LISTADO DE ALGORITMOS.....	XIII
LISTADO DE CÓDIGOS.....	XV
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XVII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES.....	5
2.1. Estado del arte y trabajos relacionados	5
2.2. Justificación	16
2.3. Planteamiento del problema	16
2.4. Objetivos.....	17
2.5. Alcances y límites	18
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1. Procesamiento digital de imágenes	19
3.2. Escala de grises	21
3.3. Binarización.....	21
3.4. Negativo	22
3.5. Etiquetado de regiones	23

3.6. Momentos invariantes de <i>Hu</i>	24
3.7. Clasificador <i>K-means</i>	28
3.8. Java.....	30
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL TEMA.....	31
4.1. Análisis	31
4.2. Diseño.....	32
4.3. Implementación.....	36
4.4. Pruebas y resultados	36
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	50
ANEXO A. IMÁGENES ORIGINALES	53
A.1. Caso de prueba 1 con diez objetos	53
A.2. Caso de prueba 2 con nueve objetos	54
A.3. Caso de prueba 3 con ocho objetos	55
A.4. Caso de prueba 4 con nueve objetos	55
A.5. Caso de prueba 5 con quince objetos	56
ANEXO B. IMÁGENES PROCESADAS.....	57
B.1. Secuencia de procesamiento de la figura A.1	57
B.2. Secuencia de procesamiento de la figura A.2	58
B.3. Secuencia de procesamiento de la figura A.3	58
B.4. Secuencia de procesamiento de la figura A.4	59
B.5. Secuencia de procesamiento de la figura A.5	60
ANEXO C. CÓDIGO FUENTE.....	61

C.1. Escala de grises	61
C.2. Binarización	62
C.3. Negativo	62
C.4. Etiquetado de regiones.....	63
C.5. Momentos invariantes de <i>Hu</i>	67
C.6. Clasificador <i>K-means</i>	71
ANEXO D. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	79
D.1. Menú Archivo	81
D.2. Menú Edición.....	84
D.3. Menú Procesamiento	87
D.4. Menú Segmentación	91
D.5. Menú Clasificación.....	94
ANEXO E. CONTENIDO DEL CD	97
E.1. Anexos	97
E.2. Aplicación	98
E.3. Documento de tesis.....	98
REFERENCIAS	99