

Tabla de contenido

| | |
|---|------------|
| Índice de tablas | vi |
| Índice de ilustraciones | vii |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Motivación | 1 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.2.1. Objetivos Generales | 3 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 3 |
| 1.3. Alcances | 4 |
| 1.4. Estructura de la Memoria | 4 |
| 2. Revisión Bibliográfica | 5 |
| 2.1. Visión Computacional | 5 |
| 2.2. Segmentación de imágenes | 6 |
| 2.2.1. Segmentación Jerárquica | 6 |
| 2.3. Segmentación Semántica | 9 |
| 2.3.1. Modelo de Clasificación Supervisada | 9 |
| 2.3.2. Modelo con Relaciones Semánticas | 10 |
| 2.4. Modelos Gráficos Probabilísticos | 12 |
| 2.4.1. Terminología de Grafos | 13 |
| 2.4.2. Terminología de Probabilidades | 14 |
| 2.4.3. Relación entre Grafos y Probabilidades | 16 |
| 2.4.4. Markov Random Fields | 16 |
| 2.4.5. Inferencia en Markov Random Fields | 20 |
| 2.5. Estado del Arte | 21 |
| 3. Implementación del Sistema | 22 |
| 3.1. Descripción General del Sistema | 22 |
| 3.2. Segmentación Jerárquica | 24 |
| 3.2.1. Detector de Regiones gPb-owt-ucm | 24 |
| 3.3. Extracción de Características | 31 |
| 3.3.1. Descriptores Kernel | 31 |
| 3.4. Clasificación de Segmentos | 33 |
| 3.5. Modelo Semántico | 33 |
| 3.5.1. Definición de Modelo Contextual | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.2. Inferencia | 36 |
| 4. Resultados y Análisis | 37 |
| 4.1. Base de Datos | 37 |
| 4.1.1. New York University Depth Dataset (NYUD) | 37 |
| 4.1.2. Elección de Clases | 38 |
| 4.2. Descripción de Pruebas | 38 |
| 4.3. Clasificación Simple a Diferentes Escalas de Segmentación | 40 |
| 4.4. Clasificación MRF a Diferentes Escalas de Segmentación | 42 |
| 4.5. Clasificación Simple vs Clasificación MRF | 44 |
| 4.6. Evaluación de Parámetros del Modelo MRF | 47 |
| 4.6.1. Análisis de mejores parámetros | 49 |
| 4.6.2. Análisis de peores parámetros | 51 |
| 4.7. Evaluación de Tiempo de Clasificación y Optimización | 52 |
| 4.8. Problemas Encontrados y Posibles Soluciones | 54 |
| 4.8.1. Capacidad de Memoria | 54 |
| 4.8.2. Base de Datos Ruidosa | 54 |
| 4.8.3. Tiempo de Procesamiento externo a la Clasificación | 56 |
| 4.8.4. Comparación con otros métodos | 57 |
| 5. Conclusiones y Trabajo Futuro | 59 |
| 5.1. Conclusiones | 59 |
| 5.2. Trabajo Futuro | 60 |
| 6. Bibliografía | 62 |
| Anexos | 65 |
| A. Software | 66 |
| A.1. Librerías para Modelos Gráficos | 66 |
| A.2. Librerías utilizadas | 67 |
| B. Marco Teórico Adicional | 68 |
| B.1. Derivación de un Descriptor Kernel | 68 |
| B.2. Kernel PCA | 71 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| 3.1. Conjuntos de Entrenamiento y Prueba | 33 |
| 4.1. Clases a utilizar | 38 |
| 4.2. Tasa de Detección para Clasificación Simple | 40 |
| 4.3. Media y Varianza de Número de Segmentos | 41 |
| 4.4. Tasa de Detección para Clasificación MRF | 43 |
| 4.5. Detección Promedio con y sin MRF | 44 |
| 4.6. Clases con mejor y peor aumento | 46 |
| 4.7. Influencia Individual de γ | 48 |
| 4.8. Influencia Individual de β | 48 |
| 4.9. Tiempo de Clasificación | 53 |
| 4.10. Mejores Arquitecturas para NYU v2 | 58 |

Índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| 2.1. Ejemplo de diferencia entre Contornos y Segmentos | 7 |
| 2.2. Ejemplo teórico de Segmentación Jerárquica | 8 |
| 2.3. Ejemplo real de Segmentación Jerárquica | 8 |
| 2.4. Ejemplo de Segmentación Semántica | 10 |
| 2.5. Clasificación Supervisada en un modelo RGB-D | 10 |
| 2.6. Ejemplo de relaciones semánticas entre elementos | 11 |
| 2.7. Modelo Gráfico para Segmentación Semántica | 13 |
| 2.8. Modelo Gráfico para Procesamiento de Lenguaje Natural | 13 |
| 2.9. Ejemplo de tipos de grafo | 14 |
| 2.10. Ejemplo de tipos de Modelos Gráficos para pixeles de una imagen | 17 |
| 2.11. Representación de un Hidden Markov Random Field | 19 |
| | |
| 3.1. Diagrama del Sistema de Segmentación Semántica | 23 |
| 3.2. Histogramas de Gradiente Orientado para un disco con $\theta = \pi/4$ | 25 |
| 3.3. Ejemplo de Globalización Espectral | 26 |
| 3.4. Ejemplo de equivalencia entre imagen y superficie topográfica | 28 |
| 3.5. Ejemplo de Transformada Watershed Orientada (owt) | 29 |
| 3.6. Ejemplo de Mapa de Contorno Ultramétrico (ucm) | 30 |
| 3.7. Ejemplo de Representación en Grafo (parcial) | 34 |
| | |
| 4.1. Ejemplo de imagen NYUD | 39 |
| 4.2. Tasa de Detección Promedio para Clasificación Simple | 41 |
| 4.3. Matriz de Confusión para Clasificación Simple | 42 |
| 4.4. Tasa de Detección Promedio para Clasificación MRF | 44 |
| 4.5. Matriz de Confusión para Clasificación MRF | 45 |
| 4.6. Tasa de Detección Promedio para caso Simple y MRF | 46 |
| 4.7. Diferencia Porcentual entre Promedio de Detección | 47 |
| 4.8. Influencia Individual de cada Parámetro | 49 |
| 4.9. Ejemplos de Clasificación y Optimización | 50 |
| 4.10. Matriz de Confusión para Clasificación MRF con $\beta = 30$ | 51 |
| 4.11. Matriz de Confusión para Clasificación MRF con $\beta = 1000$ | 52 |
| 4.12. Tiempo Promedio de Clasificación | 53 |
| 4.13. Error en Base de Datos: Etiqueta Desconocida | 55 |
| 4.14. Error en Base de Datos: Etiqueta Errónea | 56 |
| | |
| A.1. Lista de Software Modelos Gráficos | 66 |
| A.2. Lista de Algoritmos utilizados | 67 |

B.1. Ejemplo de Kernel PCA 72