

Trabajo 2: Fusión de Perspectivas - Registro de Imágenes y Medición del Mundo Real

Profesor: Juan David Ospina Arango

Monitor: Andrés Mauricio Zapata

Objetivo del Trabajo

En este trabajo pondremos en práctica los conceptos fundamentales del registro de imágenes (*image registration*) para crear una vista unificada a partir de múltiples perspectivas. Utilizaremos las técnicas de detección de características, emparejamiento robusto y transformaciones geométricas para fusionar tres imágenes de un comedor (el de la casa del profesor) y, adicionalmente, extraeremos mediciones del mundo real a partir de la calibración con objetos de referencia.

Este ejercicio nos permitirá experimentar con uno de los problemas fundamentales de la visión por computador: ¿cómo podemos combinar múltiples vistas parciales para crear una representación más completa de una escena?

Descripción del Problema

Se proporcionan tres fotografías del mismo comedor (la casa del profesor 😊) tomadas desde diferentes posiciones. Su misión es:

1. **Registrar y fusionar** las tres imágenes en una sola vista coherente
2. **Calibrar el sistema** usando las dimensiones conocidas de objetos de referencia:
 - El cuadro de la Virgen de Guadalupe tiene una **altura de 117 cm**
 - La mesa tiene un **ancho de 161.1 cm**
3. **Estimar las dimensiones** de otros elementos en la escena usando la calibración obtenida

Requerimientos Técnicos

Parte 1: Validación con Imágenes Sintéticas (30%)

Antes de trabajar con las imágenes reales, deben validar su pipeline de registro:

- Crear un conjunto de imágenes sintéticas con transformaciones conocidas (rotación, traslación, escala)
- Aplicar su algoritmo de registro y comparar las transformaciones estimadas con las verdaderas (*ground truth*)
- Calcular métricas de error (RMSE, error angular, etc.)
- Documentar cómo los parámetros afectan la calidad del registro

Parte 2: Registro de las Imágenes del Comedor (40%)

Implementar el pipeline completo de registro:

1. **Detección de características:** experimentar con al menos dos detectores (SIFT, ORB, AKAZE, etc.)
2. **Emparejamiento de características:** implementar estrategias de matching robustas
3. **Estimación de homografías:** usar RANSAC para filtrar outliers
4. **Fusión de imágenes:** implementar técnicas de blending para transiciones suaves
5. **Optimización global:** considerar técnicas de bundle adjustment si es necesario

Parte 3: Calibración y Medición (30%)

Una vez registradas las imágenes:

- Usar las dimensiones conocidas para establecer la escala métrica
- Implementar una herramienta interactiva para medir distancias en la imagen fusionada
- Estimar las dimensiones de al menos 3 elementos adicionales (ventanas, sillas, plantas, etc.) y adicionalmente calcular el ancho del cuadro y el largo de la mesa.
- Analizar la incertidumbre en las mediciones

Entregables

1. Reporte Técnico (Blog Post)

Publicar un reporte técnico como entrada de blog en una de las siguientes plataformas:

- RPubS
- GitHub Pages
- Medium
- Observable
- Cualquier plataforma de blogging técnico

El reporte debe incluir:

- **Introducción:** Contexto del problema y motivación
- **Marco Teórico:** Explicación de los conceptos utilizados (con citas apropiadas)

- **Metodología:**
 - Descripción detallada del pipeline implementado
 - Justificación de las decisiones técnicas
 - Diagramas de flujo del proceso
- **Experimentos y Resultados:**
 - Resultados de validación con imágenes sintéticas
 - Visualizaciones del proceso paso a paso
 - Imagen final fusionada
 - Tabla con las mediciones estimadas
- **Análisis y Discusión:**
 - Comparación de diferentes métodos probados
 - Análisis de errores y limitaciones
 - Posibles mejoras
- **Conclusiones**
- **Referencias** (mínimo 5 fuentes académicas)
- **Análisis de contribución individual**

2. Repositorio de GitHub

El repositorio debe contener:

proyecto-registro-imagenes/

```
├── README.md      # Descripción del proyecto y cómo ejecutarlo
├── requirements.txt # Dependencias del proyecto
├── data/
│   ├── original/  # Imágenes originales
│   └── synthetic/  # Imágenes sintéticas para validación
├── src/
│   ├── feature_detection.py
│   ├── matching.py
│   ├── registration.py
│   ├── measurement.py
│   └── utils.py
├── notebooks/
│   ├── 01_exploratory_analysis.ipynb
│   ├── 02_synthetic_validation.ipynb
│   └── 03_main_pipeline.ipynb
├── results/
│   ├── figures/    # Gráficas y visualizaciones
│   └── measurements/ # Resultados de mediciones
└── tests/          # Pruebas unitarias (opcional pero valorado)
```

Importante: El código debe estar bien documentado con docstrings y comentarios explicativos.

Sugerencias y Tips

Para Disfrutar el Proceso:

1. **Experimenten creativamente:** prueben diferentes combinaciones de detectores y descriptores. ¿Qué funciona mejor para estas imágenes específicas?
2. **Visualicen cada paso:** crear visualizaciones intermedias les ayudará a entender qué está pasando y a detectar problemas temprano
3. **Piensen en aplicaciones reales:** este tipo de técnicas se usa en Google Street View, drones de mapeo, reconstrucción 3D de patrimonio cultural, etc.

Recursos Recomendados:

- OpenCV tutorials sobre feature matching y homography:
 - [Feature Matching con OpenCV](#)
 - [Feature Matching + Homography para encontrar objetos](#)
 - [Documentación sobre findHomography](#)
- Paper original de SIFT (Lowe, 2004) [Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints](#)
- "Multiple View Geometry" de Hartley & Zisserman (Capítulos 4-6) [Página oficial del libro](#) - Incluye erratas y material suplementario
- PyImageSearch tutorials sobre image stitching:
 - [OpenCV Panorama Stitching](#)
 - [Image Stitching con OpenCV y Python](#)
 - [Real-time Panorama and Image Stitching](#)

Retos Opcionales (Puntos Extra):

- Implementar un método de detección de características propio
- Crear un video mostrando el proceso de registro animado
- Extender a registro 3D estimando la estructura de la escena
- Implementar una interfaz web interactiva para las mediciones

Trabajo en Equipo

Este trabajo debe realizarse en los equipos ya conformados. Se espera que todos los miembros contribuyan equitativamente. En el reporte, incluyan una sección describiendo la contribución de cada integrante.