

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
MAESTRÍA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA
PROCESAMIENTO DE IMAGEN Y SEÑALES

**INFORME PROYECTO FILTRADO Y SELECCIÓN DE REGIÓN DE INTERÉS
PARA LA SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES INDUSTRIALES MEDIANTE K-
MEANS**

1 Introducción

El análisis automático de imágenes en entornos industriales requiere precisión, eficiencia y confiabilidad. No obstante, las imágenes capturadas durante procesos productivos suelen contener información irrelevante, ruido y variaciones de iluminación que afectan la calidad del análisis.

Una estrategia efectiva para enfrentar esta problemática es la selección de una Región de Interés (ROI), que permite concentrar el procesamiento únicamente en las zonas relevantes de la imagen. Esto no solo mejora la calidad de la segmentación, sino que también reduce la carga computacional.

El objetivo de la presente práctica fue evaluar el impacto de la aplicación de diferentes criterios de selección de ROI sobre el desempeño del algoritmo K-Means, comparando los resultados obtenidos en términos de segmentación y tiempo de procesamiento frente a un escenario sin aplicación de ROI.

2 Marco Teórico

2.1 Procesamiento Digital de Imágenes

El procesamiento digital de imágenes comprende un conjunto de técnicas orientadas a mejorar la calidad visual de una imagen y facilitar su análisis computacional. Incluye etapas como filtrado, segmentación y extracción de características.

2.2 Región de Interés (ROI)

La región de interés corresponde a la porción específica de una imagen que contiene la información relevante para el análisis.

Su selección permite:

- Reducir la cantidad de datos procesados.
- Disminuir el tiempo de ejecución.
- Mejorar la precisión de los algoritmos.

En la presente práctica se evaluaron tres criterios de ROI:

- ROI por intensidad
- ROI por forma
- ROI por región

2.3 Algoritmo K-Means

K-Means es un algoritmo de agrupamiento no supervisado que divide los datos en K clústers, asignando cada punto al centroide más cercano. Su desempeño depende directamente de la calidad de los datos de entrada. Cuando se incluyen grandes cantidades de píxeles irrelevantes (como el fondo), el modelo puede generar clústers poco representativos.

3 Metodología

3.1 Conjunto de datos

Se trabajó con un conjunto de imágenes industriales correspondientes a procesos de soldadura, los mismos que fueron divididos en sets de entrenamiento (train) y prueba (test).

3.2 Escenario Evaluados

Se analizaron cuatro escenarios:

- Segmentación sin aplicación de ROI.
- Segmentación con ROI por intensidad.
- Segmentación con ROI por forma.
- Segmentación con ROI por región.

3.3 Procedimiento

Para cada escenario se realizó:

- Aplicación de filtros de preprocesamiento.
- Selección de ROI según el criterio correspondiente.
- Ejecución del algoritmo K-Means.
- Registro de:
 - Centros de clúster.
 - Distribución de píxeles.
 - Tiempo de procesamiento.
 - Resultado visual de la segmentación.

4 Resultados

4.1 Sin aplicación de ROI

La segmentación resultante mostró una imagen predominantemente blanca, indicando que un único clúster concentró la mayoría de los píxeles. Esto evidencia que el algoritmo modeló principalmente el fondo en lugar de la zona de soldadura. Además, el tiempo de procesamiento fue el más alto debido a la gran cantidad de datos analizados.

4.2 ROI por intensidad

Se observó una mejor distribución de los clústers en torno a la región relevante. El tiempo de ejecución disminuyó considerablemente y la segmentación fue visualmente representativa.

4.3 ROI por forma

El tiempo de procesamiento fue aún menor; sin embargo, el número de imágenes consideradas se redujo, lo que sugiere un criterio más restrictivo.

4.4 ROI por región

Mostró un comportamiento equilibrado, manteniendo buena cobertura de imágenes, tiempos reducidos y centros de clúster consistentes. Visualmente, la segmentación fue adecuada y representativa.

| Método | Píxels (millones) | Tiempo (segundos) | Cálidad Cluster | Riesgo |
|----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|---------------|
| Sin ROI | 85 | 138 | Mala (Domina Fondo) | Muy alto |
| ROI Intensidad | 2.5 | 3.6 | Buena | Bajo |
| ROI Forma | 0.6 | 0.7 | Buena restrictiva | Medio |
| ROI Región | 2.1 | 2.3 | Muy buena y estable | Bajo |

5 Análisis comparativo

Los resultados evidencian que la ausencia de ROI provoca que K-Means modele información irrelevante, concentrando la mayoría de los píxeles en el fondo. En contraste, la aplicación de criterios de selección mejora significativamente la distribución de los clústers y reduce el tiempo de procesamiento.

Entre los métodos evaluados, la ROI por región presentó el mejor equilibrio entre eficiencia computacional y calidad de segmentación.

6 Respuesta a las preguntas

6.1 ¿Sus criterios en la selección de filtros para seleccionar el área de interés en las imágenes fueron adecuados?

Sí, los criterios fueron adecuados. Al aplicar los filtros para obtener la ROI, el algoritmo dejó de considerar el fondo y comenzó a segmentar únicamente la zona de la soldadura. Esto se evidenció tanto en los resultados cuantitativos como en los visuales: sin ROI la segmentación resultó completamente blanca, mientras que con ROI se diferenciaron claramente los distintos niveles de intensidad dentro del cordón. Esto demuestra que la selección del área de interés permitió que K-Means trabajara sobre información realmente relevante.

6.2 ¿El tiempo de entrenamiento del algoritmo K-Means fue menor al usar este criterio de selección del área de interés con respecto al realizado en clase?

Sí, el tiempo de entrenamiento fue considerablemente menor al utilizar la ROI. Sin aplicar este criterio, el algoritmo procesó más de 85 millones de píxeles y tardó alrededor de 138 segundos. En cambio, al trabajar únicamente con la región de interés, el número de píxeles se redujo drásticamente y el tiempo bajó a pocos segundos. Esto confirma que limitar el análisis a la zona relevante mejora significativamente la eficiencia computacional.

6.3 ¿Qué podría haber mejorado una vez obtenidos los resultados?

Una posible mejora sería optimizar aún más el método de selección de la ROI para evitar descartar imágenes o regiones útiles, especialmente en el caso de la segmentación por forma. También podría ajustarse el número de clústers para evaluar si una menor cantidad simplifica la interpretación sin perder información importante. Finalmente, se podría validar el modelo con métricas adicionales que permitan medir de forma más objetiva la calidad de la segmentación.

7 Conclusiones

- La aplicación de una región de interés (ROI) es fundamental para que el algoritmo K-Means pueda segmentar correctamente la zona de soldadura, evitando que el fondo domine el proceso de agrupamiento.
- Los resultados demostraron que trabajar sin ROI genera una segmentación poco representativa, mientras que al restringir el análisis al área relevante se obtienen clústers más coherentes y visualmente interpretables.
- La reducción en la cantidad de píxeles procesados permitió disminuir significativamente el tiempo de entrenamiento, mejorando la eficiencia del pipeline.
- Entre los métodos evaluados, las ROI basadas en intensidad y región mostraron un mejor equilibrio entre estabilidad, cobertura y rendimiento computacional.

- En general, el uso adecuado de técnicas de preprocesamiento y selección del área de interés mejora tanto la calidad como la eficiencia de la segmentación.