

# Procesamiento de imágenes utilizando superpíxeles y búsquedas heurísticas multi-agente

Asesores: Alfonso Alba y Edgar Arce

Mayo 2016

## 1. Introducción

Comúnmente en el procesamiento de imágenes uno se enfrenta al problema de asignar a cada píxel una etiqueta que lo identifique como miembro de una clase específica, de acuerdo a las propiedades del píxel. Estas etiquetas provienen de un conjunto discreto y finito. Por ejemplo, muchos métodos de segmentación de imágenes funcionan asignando a cada píxel una etiqueta dependiendo de su intensidad o color, como es el caso de las imágenes de resonancia magnética del cerebro, donde la intensidad de cada píxel o voxel representa el tipo de tejido que existe en la región correspondiente del cerebro: materia blanca, materia gris, o líquido cefalorraquídeo. También es posible atacar ciertos problemas de visión computacional de bajo nivel utilizando este enfoque. Por ejemplo, si se desea estimar el flujo óptico entre dos imágenes consecutivas de una secuencia de video, uno puede definir un conjunto finito de vectores de movimiento y asignar a cada píxel de la imagen de referencia el vector que mejor describa el movimiento del objeto al que el píxel pertenece.

Para elegir la etiqueta mas adecuada para cada píxel se define por lo general una función que, dependiendo de la aplicación, permita evaluar de manera cuantitativa qué tan buena o mala es la asignación de una etiqueta para un píxel en particular. Esta función puede definirse de manera local para cada píxel, o de manera global para toda la imagen. Así mismo, la función puede fomentar el que píxeles vecinos tengan la misma etiqueta, con la intención de reducir los efectos del ruido, y/o buscar que se preserven los bordes de los objetos al modular, para cada píxel, la influencia que tienen sus vecinos. En la literatura se han propuesto un sinnúmero de funciones para distintas aplicaciones, las cuales se obtienen a partir de diferentes enfoques, incluyendo modelos probabilísticos, modelos físicos, y modelos empíricos.

En cualquier caso, el problema típicamente se reduce a encontrar, para cada píxel, la etiqueta que maximiza o minimiza la función objetivo. Dado que el conjunto de etiquetas es discreto y finito, esto representa un problema de optimización combinatoria, que de manera general no puede resolverse mediante técnicas eficientes de cálculo tales como descenso de gradiente o descenso Newtoniano. Existen algunos métodos en los que se transforma el problema combinatorio a un problema de optimización continua. Por ejemplo, los métodos basados en modelos de campos de medidas de Markov no buscan encontrar directamente la mejor etiqueta para cada píxel, sino que tratan de estimar, para cada píxel, la probabilidad de que el píxel pertenezca a cada una de las clases; el número de variables a encontrar se multiplica, ya que ahora hay que estimar una probabilidad por cada píxel y por cada clase, pero estas probabilidades son continuas, por lo que bajo ciertas suposiciones adicionales es posible definir una función objetivo cuadrática cuyo óptimo puede encontrarse de manera muy eficiente resolviendo un sistema lineal de ecuaciones por métodos iterativos como Gauss-Seidel [3].

Otra alternativa consiste en utilizar técnicas de búsqueda heurística multi-agentes como algoritmos genéticos o colonias de hormigas [2], las cuales están diseñadas para evitar el estancarse en óptimos locales, y de esa manera logran encontrar el óptimo global para funciones objetivo altamente no lineales. En problemas de procesamiento de imágenes y visión computacional, esto significa que es mas fácil diseñar una función objetivo robusta a ruido, bordes, oclusiones y otras dificultades, sin tener que modificar el método de optimización o adecuarlo a tales funciones. Por otra parte, estas técnicas tienen la desventaja de ser computacionalmente mas demandantes, en particular cuando el número de variables a estimar es grande.

Una manera de solventar esta desventaja consiste en asignar una etiqueta no por cada pixel, sino por regiones relativamente pequeñas formadas por pixeles que se presume pertenecen a la misma clase. Para lograr esto, es necesario realizar primero una partición de la imagen en dichas regiones, las cuales deben ser conexas y homogéneas, y deben preservar los bordes entre los objetos que forman la imagen. En años recientes se han propuesto diversos métodos para realizar la partición de una imagen en regiones de este tipo, las cuales también son llamadas *superpixeles*. De manera particular, el algoritmo Simple Linear Iterative Clustering (SLIC) resulta ser muy eficiente y fácil de implementar [1].

## 2. Propuesta

Para este trabajo se propone utilizar un algoritmo de búsqueda heurística multi-agente aplicado a imágenes de superpixeles para resolver problemas específicos de procesamiento de imágenes o visión computacional de bajo nivel.

## 3. Objetivos

- Implementar el algoritmo SLIC para particionar una imagen en superpixeles.
- Implementar un algoritmo de búsqueda heurística multi-agente que asigne a cada superpixel una etiqueta, buscando optimizar una función objetivo.
- Proponer una función objetivo para una aplicación específica e integrarla al esquema propuesto anteriormente.
- Realizar pruebas de desempeño y comparar con el estado del arte.

## 4. Requisitos

Se sugiere que el alumno tome el curso de Reconocimiento de Patrones, o bien de Optimización Avanzada, en los cual se incluyen técnicas de clasificación u optimización combinatoria que serán útiles para el proyecto.

## 5. Cronograma propuesto

Jun-Ago/2016 - Lectura de artículos. Implementación y evaluación del algoritmo SLIC.

Sep-Dic/2016 - Lectura de artículos. Implementación y evaluación del algoritmo de búsqueda.

Ene-Feb/2017 - Lectura de artículos. Adaptación a una aplicación particular y evaluación final.

Mar-Jun/2017 - Redacción de tesis

Jul/2017 - Presentación de examen previo. Correcciones finales a la tesis.

Ago/2017 - Presentación de examen de grado

## Referencias

- [1] R. Achanta, A. Shaji, K. Smith, A. Lucchi, P. Fua, and S. Susstrunk. Slic superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 34(11):2274–2282, 2012.
- [2] M. Dorigo and T. Stützle. *Handbook of Metaheuristics*, chapter Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances, pages 227–263. Springer US, Boston, MA, 2010.
- [3] J. L. Marroquin, F. A. Velasco, M. Rivera, and M. Nakamura. Gauss-markov measure field models for low-level vision. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 23(4):337–348, 2001.