

GUIÓN DE PRÁCTICAS. SESIÓN 7

OBJETIVOS:

- **Ramifica y Poda: reconstrucción de imágenes a alta resolución.**

1. Reconstrucción de imágenes de alta resolución en crio-microscopía electrónica

Tal y como vimos en la práctica anterior (Práctica 6) los algoritmos voraces proporcionan una solución subóptima. Backtracking es capaz de encontrar la solución óptima pero a costa de una complejidad temporal exponencial. A pesar de introducir la condición de balanceo para reducir la densidad del árbol de expansión (o implícito) mediante una poda selectiva de nodos, apenas fuimos capaces de procesar poco más de una docena de imágenes.

En esta práctica introduciremos una nueva técnica algorítmica, Ramifica y Poda (R&P), para resolver el problema del promediado de imágenes introducido en la Práctica 6. Mediante un procesamiento flexible de los nodos del árbol de expansión, R&P permite implementar estrategias más sofisticadas para reducir el número de nodos generados. Sin embargo, el coste temporal requerido por estas estrategias puede hacer posible que R&P no consiga reducir los tiempos de Backtracking.

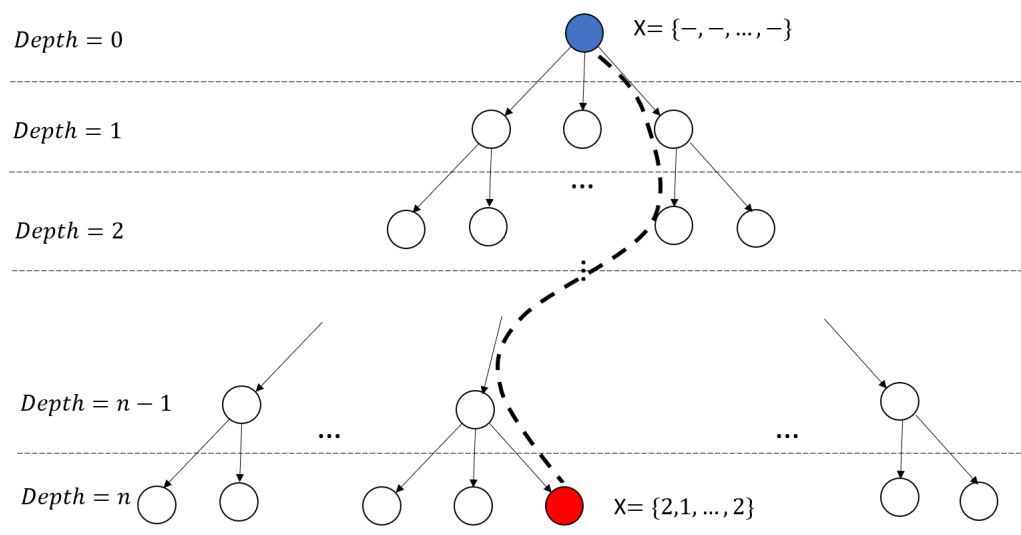


Figura 1. Árbol de expansión (o implícito) mostrando el camino entre el nodo raíz y un nodo solución.

2. Estrategia de poda basada en el gradiente

El valor parcial de ZNCC obtenido para cada nodo no puede ser empleado directamente para determinar su poda, un nodo que no sea hoja (profundidad menor que n) puede terminar desarrollando sucesores que generen una solución óptima. Sin embargo, sí que se ha observado que las soluciones (hojas o nodos con profundidad n) cercanas a la óptima tienden a presentar un gradiente siempre ascendente, esto es, a lo largo

del camino entre el nodo raíz hasta el nodo solución los valores de ZNCC nunca decrecen. El gradiente para un nodo en un camino se puede estimar calculando las diferencias entre ese nodo y el anterior (forward) o el posterior (backward).

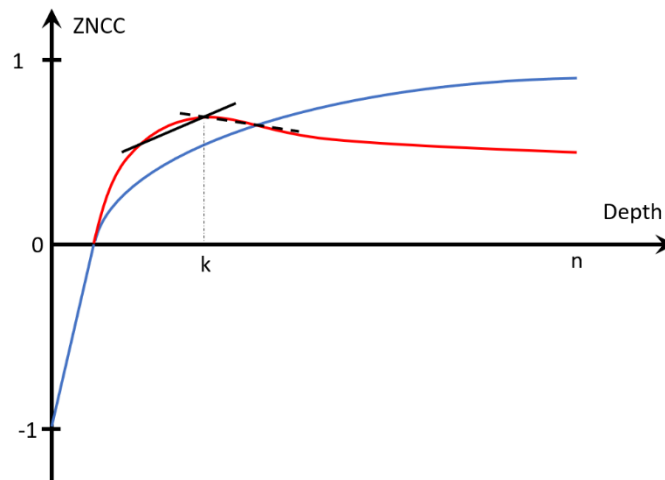


Figura 2. Perfil de ZNCC para dos caminos entre el nodo raíz y los correspondientes nodos solución, en azul se ejemplifica un nodo prometedor y en rojo uno a descartar. El segmento sólido muestra un gradiente forward y el punteado otro backward.

MUY IMPORTANTE: R&P usa un Heap (montículo) para gestionar eficientemente la prioridad en la selección de los nodos a procesar, por esta razón es necesario convertir un problema de maximización en uno de minimización. Esto se puede hacer fácilmente multiplicando ZNCC por -1 y cambiando el signo de los gradientes.

3. Código de partida

Descarga del Campus Virtual el archivo **Practica7 2022.es.zip** y extrae su contenido.

El paquete **s7** contiene las clases con una implementación genérica de R&P.

Cualquier clase adicional necesaria será creada en el paquete dedicado a la sesión 7.

4. Tareas a realizar:

A. Implementación

1. Diseña al menos dos heurísticas:

- Una que asegure que ningún nodo es podado, proporcionando así el mismo resultado que Backtracking sin balanceo.
- Otra basada en el análisis del gradiente tal y como se muestra en la Fig 2 para reducir la cantidad de nodos procesados.
- Como **trabajo opcional** el alumno puede proponer una estrategia diferente y demostrar una mejora en tiempos y/o resultados.

2. Implementa una solución al problema del promediado de imágenes utilizando las clases proporcionadas e incluyendo las heurísticas diseñadas en el punto anterior. Valida las implementaciones comparando los resultados obtenidos en la práctica anterior (Backtracking).

B. Medidas: comparación con Backtracking

1. Añade el código necesario para contabilizar el número de nodos:
 - Nodos procesados: nodos extraídos de la cola de prioridad.
 - Generated nodes: nodos generados por los nodos procesados, independientemente de si son podados después o no.
 - Trimmed nodes: nodos no insertados en la cola de prioridad porque su valor heurístico excede el límite.

2. Mide datos necesarios para completar la siguiente tabla:

n	Time_BT_balanceo	Time_BnB	Nodes_BT_balanceo	Nodes_BnB	ZNNC_BT_balanceo	ZNNC_BnB
2						
3						
4						
5						
6						
...						
Until not tractable						

3. Compara los resultados proporcionados, número de nodos y tiempos para Backtracking (implementado en la práctica anterior) y R&P.
4. Basándote en los resultados anteriores, explica las diferencias de eficiencia entre Backtracking y BnB para resolver este problema. ¿Qué implementación requiere más tiempo de ejecución? ¿Qué implementación genera menos nodos?

C. Entregas

- El código fuente requerido.
- Un informe en formato PDF con:
 - Una breve explicación de las heurísticas desarrolladas (Sección 3.A.1).
 - Medidas tomadas (Secciones 3.B.1-2).
 - Respuestas a las cuestiones planteadas (Secciones 3.B.3-4).

Deadlines:

- Esta práctica requiere dos sesiones. En el Campus Virtual se fijará la fecha de entrega para la semana del 2-6 de Mayo, las sesiones de esa semana se emplearán para la realización del test final de la evaluación continua.