

Inteligencia Computacional

Recocido simulado



<http://blancavg.com/tc3023/>

Blanca A. Vargas Govea * vargasgovea@itesm.mx * Agosto 24, 2012

Nunca hace movimientos hacia abajo (estados con menor valor o mayor costo)

Incompleto

Ineficiente



Máximo local

Algoritmo Hill climbing

Nunca hace movimientos hacia abajo (estados con menor valor o mayor costo)

Incompleto

Ineficiente

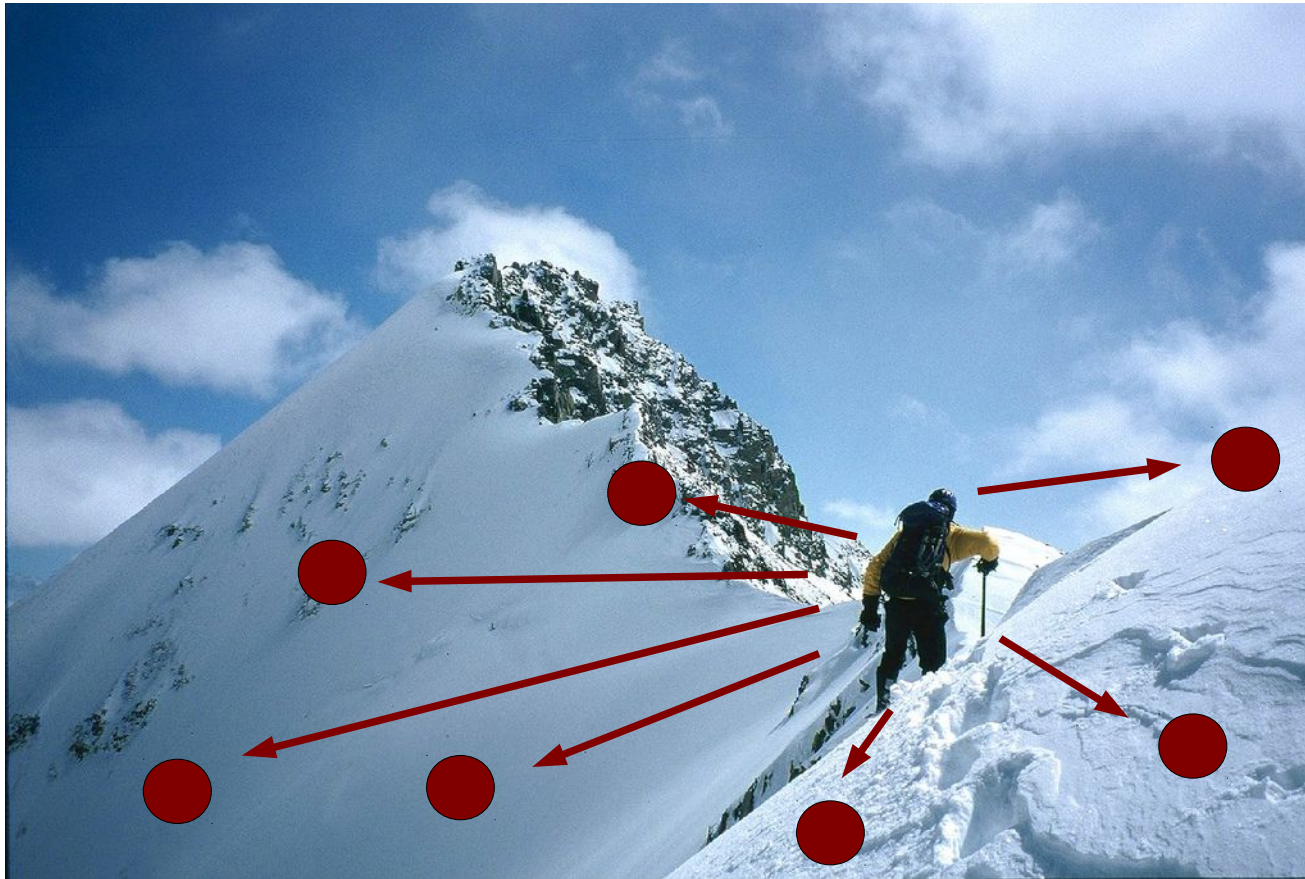


Máximo local

Algoritmo Hill climbing

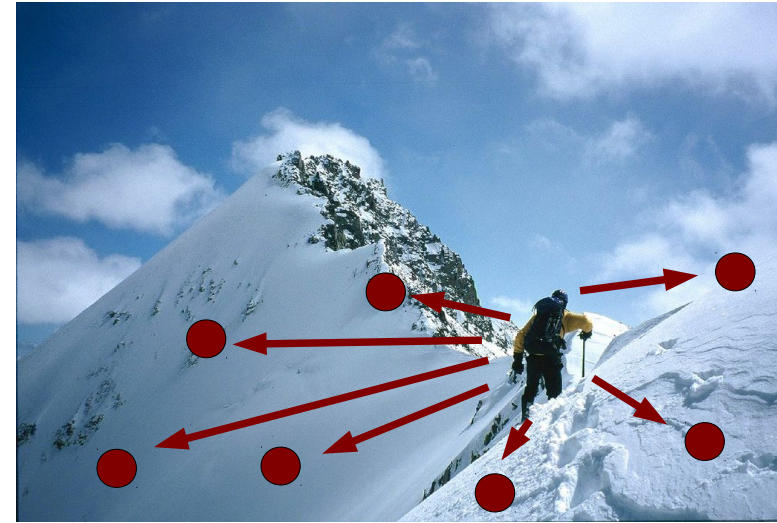
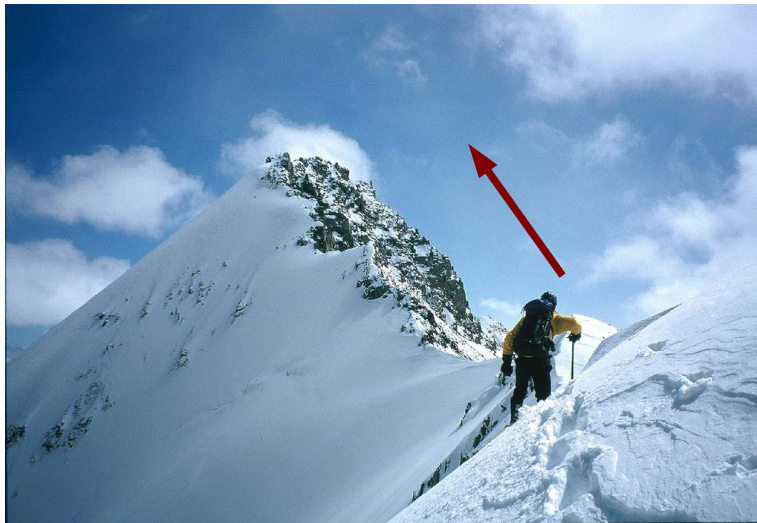
Moverse a un sucesor de forma aleatoria

Ineficiente



Enfoque aleatorio puro

Moverse hacia los sucesores mejor evaluados y a veces aceptar movimientos hacia estados con menor valor



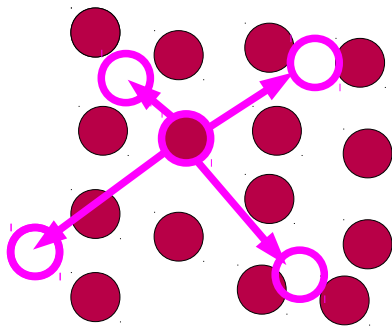
Combinación: recocido simulado

Proceso usado para endurecer el metal al calentarlo a alta temperatura y luego enfriarlo gradualmente



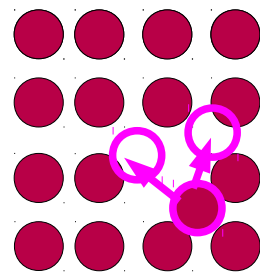
Metalurgia

De esta manera el materia alcanza un estado de baja energía en el cual se logra una estructura cristalina fuerte



Temperatura
caliente

Las moléculas se
mueven libremente



Temperatura
fría

La movilidad térmica
se pierde

El proceso de RS baja la temperatura gradualmente hasta que el sistema se congela y no ocurren más cambios.

Metalurgia

- La idea general se parece mucho a hill climbing pero, en vez de escoger el mejor movimiento, se selecciona un movimiento aleatorio.
- Si el movimiento mejora la situación, se acepta. De lo contrario, el algoritmo acepta el movimiento con alguna probabilidad menor que 1.
- La probabilidad decrece exponencialmente la cantidad de incremento de energía ΔE .

Recocido simulado

- La probabilidad también decrece conforme la “temperatura” T baja: “malos” movimientos tienen más probabilidad de ser permitidos al inicio, cuando T es alta y son menos probables conforme T decrece.
- Si el “protocolo” (secuencia) de recocido baja la temperatura lo suficientemente lento, el algoritmo encontrará el óptimo global con una probabilidad cercana a 1.

Recocido simulado

Dado un estado i con energía E_i ,

- Genera un nuevo estado j mediante un mecanismo de perturbación (pequeña distorsión del E_i)
- Calcula la energía del nuevo estado E_j .

Si es mejor que el estado actual

entonces acepta el estado j como estado nuevo

Si no, acepta el estado con cierta probabilidad dependiendo de la temperatura

Recocido simulado: Metrópolis

Secuencia de recocido: Existe una temperatura inicial y reglas para bajarla conforme la búsqueda avanza. Por ejemplo, después de cuántos cambios aleatorios se baja la temperatura y qué tanto.

Secuencia (scheduling)

Simulación termodinámica	Optimización combinatoria
Estados del sistema	Soluciones posibles
Energía	Costo
Cambio de estado	Vecinos (candidatos de solución)
Temperatura	Parámetro de control
Estado de congelación	Solución heurística

Mapeo a optimización combinatoria

Referencias

Russell, S., y Norvig, P. (2003). Artificial intelligence: A modern approach (2nd edition ed.). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Grosan C., y Abraham A. (2011) Intelligent Systems: A Modern Approach. Intelligent Systems Reference Library, Volume 17. Springer.

Kirkpatrick, S.; Gelatt, C. D.; Vecchi, M. P. (1983). "Optimization by Simulated Annealing". Science 220 (4598): 671-680.

Imágenes:

Alpinista: <http://www.flickr.com/photos/druclimb/289636172/>

Recocido: <http://www.flickr.com/photos/tickvalley/2744571264/>.