

# KNAPSACK

## 1. Hill Climbing

Es un algoritmo de búsqueda local que se mueve continuamente en la dirección del aumento de valor con el fin de encontrar la mejor solución.  
Es el algoritmo que se va a utilizar como base para el siguiente.

## 2. Random Restart HC

Este algoritmo ejecuta varias búsquedas Hill-Climbing y se queda con la ejecución que mejor evaluación haya obtenido mediante la función `get.knapsack.value()`.

## 3. Local Beam Search

Es un algoritmo de búsqueda de primero en anchura, e incorpora una heurística para escoger los mejores nodos en cada nivel.

## 4. Características de los algoritmos

	<i>Óptimo</i>	<i>Completo</i>	<i>Complejidad espacial</i>	<i>Complejidad temporal</i>
<b><i>Hill Climbing</i></b>	Es óptimo para problemas convexos, para otros problemas, solo será óptimo en locales (soluciones que no se pueden mejorar con ninguna configuración vecina)	No es completo	Lineal $O(b)$	$O(\infty)$
<b><i>Random Restar HC</i></b>	Puede llegar a soluciones óptimas dentro del tiempo polinomial para la mayoría de los espacios problemáticos.	El algoritmo es completo con probabilidad próxima a 1, es decir, ejecutando el algoritmo una gran cantidad de veces se llegará al máximo global.	Superior a Hill Climbing normal	Superior al Hill Climbing normal
<b><i>Local Beam Search</i></b>	No es óptimo, ya que no hay garantía de que vaya a encontrar la mejor solución, por lo general, Local Beam Search devuelve siempre la primera mejor solución	En general, no es completo, incluso con tiempo de memoria ilimitado es posible que el algoritmo pierda el nodo objetivo.	$\text{beam\_width} * \text{max\_fanout}$ $O(bk)$	Lineal $O(bmk)$

## 5. Comparacion de la media y desviación estandar

<i>Hill Climbing</i>		
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
<i>5 Objetos</i>	0,01 s	0,015 s
	10,2 p	3,52 p
<i>10 Objetos</i>	0,014 s	0,009 s
	30963,26 p	6160,7 p
<i>50 Objetos</i>	0,04 s	0,03 s
	13425,53 p	883,28 p
<i>100 Objetos</i>	0,11 s	0,0622 s
	25961 p	1607,63 p

<i>Random Restart Hill Climbing</i>		
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
<i>5 Objetos</i>	0,37 s	0,035 s
	14,93 p	0,25 p
<i>10 Objetos</i>	0,44 s	0,052 s
	39011,6 p	4251,58 p
<i>50 Objetos</i>	0,64 s	0,12 s
	15222,06 p	877,23 p
<i>100 Objetos</i>	1,056 s	0,24 s
	30288.33 p	1701,86 p

<i>Local Beam Search 3 Beams</i>		
<i>5 Objetos</i>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
	0,34 s	0,090 s
	12,2 p	2,42 p
<i>10 Objetos</i>	0,33 s	0,1103 s
	19152,46 p	10208,9 p
<i>50 Objetos</i>	0,63 s	0,279 s
	10820,66 p	2380,52 p
<i>100 Objetos</i>	0,883 s	0,44 s
	23875,13 p	3322,32 p
<i>Local Beam Search 5 Beams</i>		
<i>5 Objetos</i>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
	0,39 s	0,091 s
	11,26 p	2,68 p
<i>10 Objetos</i>	0,42 s	0,093 s
	24616,86 p	7065,69 p
<i>50 Objetos</i>	0,74 s	0,168 s
	11809,33 p	2099,52 p
<i>100 Objetos</i>	1,014 s	0,31 s
	25401,33 p	2243,17 p
<i>Local Beam Search 10 Beams</i>		
<i>5 Objetos</i>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
	0,49 s	0,053 s
	12,2 p	1,47 p
<i>10 Objetos</i>	0,52 s	0,044 s
	22064 p	10205,38 p
<i>50 Objetos</i>	0,9253 s	0,0818 s
	12678,93 p	1763,46 p
<i>100 Objetos</i>	1,23 s	0,054 s
	24505 p	2922,98 p

## 6. Justificar los resultados basándose en las características

El Random Restart Hill Climbing obtiene mayor puntuación y menor desviación estándar en el coste que el Hill Climbing normal, pero el tiempo medio de ejecución es bastante mayor. Basándose en las características de los algoritmos esto es lo que debería suceder, ya que el Random Restart es óptimo y completo, además al ejecutar varias iteraciones del propio algoritmo Hill Climbing siempre se obtendrán resultados mejores y más exactos, reduciendo las desviaciones estándar y mejorando la media de puntos.

Por lo general en el algoritmo Local Beam Search tiende a mejorar el coste cuanto más cantidad de Beams haya. De la misma manera aumenta también el tiempo de ejecución en relación con la cantidad de Beams. Se podría decir que este algoritmo con una buena cantidad de Beams obtiene mejores resultados que el Hill Climbing normal, aun así estos resultados serían inferiores a la variante de Random Restart HC.