



**Algoritmi Euristici**  
**One Dimensional Bin Packing Problem**

*Università degli Studi Di Milano*

**Marco Odore**

11 aprile 2017

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>4</b>
1.1	One Dimensional Bin Packing . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Euristiche implementate</b>	<b>4</b>
2.1	FirstFit . . . . .	5
2.2	Minimum Bin Slack . . . . .	5
2.3	MBS Sampling . . . . .	6
2.4	Variable Neighbour Search . . . . .	6

# 1 Introduzione

Lo scopo del lavoro è quello di proporre una possibile implementazione in C di diversi metodi euristici applicati al problema del *One Dimensional Bin Packing*, per la ricerca di soluzioni ottime o che comunque vi si avvicinano.

## 1.1 One Dimensional Bin Packing

Dato un multiset di  $n$  oggetti  $O = \{o_1, o_2, o_3 \dots o_n\}$ , ognuno con dimensione  $d_i$ , lo scopo è quello di minimizzare il numero di contenitori  $b_j$  (bin)  $M = \{b_1, b_2, b_3 \dots b_n\}$ , ognuno con dimensione fissata  $B$ , che contengono tali oggetti.

Il problema è soggetto a diversi vincoli:

- Ogni oggetto deve essere inserito in un solo contenitore.
- La somma delle dimensioni  $d_i$  degli oggetti  $o_i$ , nel contenitore  $b_j$ , non deve superare la dimensione del contenitore.

$$\sum_{o_i \in b_j} d_i \leq B$$

- Il numero dei contenitori  $b_j$  deve essere il minimo possibile. Si cercherà quindi di minimizzare tale funzione:

$$\min \sum_{j=1}^n y_j$$

In cui  $y_i$  è una variabile binaria associata agli  $n$  possibili contenitori  $b_j$  (il caso peggiore contempla un contenitore per ogni oggetto presente nel multi insieme).

Secondo la teoria della complessità, tale problema ha complessità *NP-hard*. Per tale motivo sono state studiate diverse tecniche euristiche, con lo scopo di ottenere un trade-off tra velocità di esecuzione e ottimalità delle soluzioni generate.

## 2 Euristiche implementate

Per la risoluzione del problema sono state implementate due principali euristiche costruttive greedy:

- FirstFit
- Minimum Bin Slack (MBS)

Che poi sono servite da base per altre due meta euristiche:

- MBS Sampling
- Variable Neighbour Search (VNS)

## 2.1 FirstFit

Tale algoritmo è molto banale, e si basa sull'idea greedy che, scorrendo iterativamente la lista di oggetti, se nel contenitore  $b_j$  corrente c'è abbastanza spazio, allora vi si inserisce l'oggetto corrente  $o_i$ . Altrimenti, se non c'è spazio tra i contenitori attualmente presenti, se ne genera uno nuovo.

---

**Algorithm 1** FirstFit

---

```
1: for obj in objectList do
2:   for bin in binList do
3:     if obj fit in bin then
4:       Pack object in bin
5:       break
6:     end if
7:   end for
8:   if obj did not fit in any available bin then
9:     Create new bin and pack object in it
10:  end if
11: end for
```

---

Nel caso peggiore (quando ogni oggetto può essere inserito in un solo contenitore) tale algoritmo ha complessità  $O(n^2)$ .

Una variante di questo algoritmo, il *FirstFit Decreasing*, prende in considerazione l'idea che posizionare oggetti grandi sia più difficile che posizionarne di piccoli, e consiste nell'ordinamento decrescente della lista di oggetti del dataset, prima dell'esecuzione del FirstFit.

## 2.2 Minimum Bin Slack

L'MBS è un'euristica greedy orientata sui contenitori. L'algoritmo consiste nel mantenere, ad ogni passo, una lista di oggetti  $Z$  non ancora inseriti, con un ordinamento decrescente, ricercando tra questi l'insieme di oggetti che meglio riempiono il contenitore corrente (idealmente non lasciando spazio libero).

La ricerca del sottoinsieme di oggetti da inserire nel contenitore corrente, avviene tramite una procedura ricorsiva, la quale testa tutti i possibili sottoinsiemi della lista  $Z$ . Se durante la ricerca si trova una soluzione che riempie totalmente il contenitore, questa viene interrotta, poiché non ci può essere una soluzione migliore per il contenitore corrente, ma al massimo equivalente (da notare comunque che il sottoinsieme generato potrebbe non essere ottimo per la soluzione globale).

**Algorithm 2** MBSsearch

---

```

Procedure MBSsearch( $q$ )
2: for int  $r = q$  to  $n$  do
     $obj_r = Z[r]$ 
4:   if  $size(obj_r) \leq slack(A)$  then
         $A = A \cup \{obj_r\}$ 
6:    $MBSsearch(r + 1)$ 
         $A = A - \{obj_r\}$ 
8:   if  $slack(A^*) = 0$  then
        exit
10:  end if
    end if
12: end for
    if  $slack(A) < slack(A^*)$  then
14:    $A^* = A$ 
    end if

```

---

Dato che in linea teorica questa procedura cerca tutte le possibili combinazioni di elementi da inserire in un contenitore, questa ha complessità  $O(2^n)$ . Nella pratica è possibile velocizzare l'algoritmo con alcuni accorgimenti. Ad esempio, se lo slack del sottoinsieme corrente è più piccolo del più piccolo elemento dell'insieme di oggetti, cioè che  $slack(A) < size(obj_{min})$ , allora il ciclo for viene saltato, in quanto per il sottoinsieme  $A$  non esiste miglioramento possibile.

## 2.3 MBS Sampling

## 2.4 Variable Neighbour Search