

Esame di Laurea in Informatica

Implementazione di modelli di programmazione
matematica per problemi di bin packing

Daniel Rossi
18 Dicembre 2018



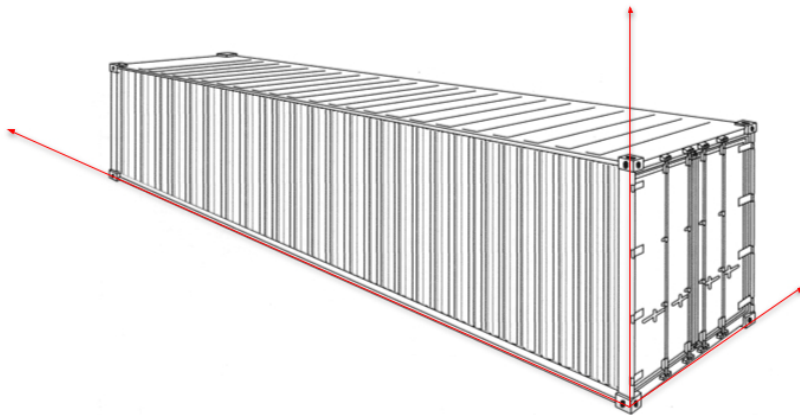
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SOFTWARE SUPPORTO DECISIONALE



- agevolazione degli operatori;
- operatori meno esperti;
- aumento della produttività;
- informazioni sullo stato dei trasporti;
- stima di costi e profitti.

L'azienda ha sviluppato un'euristica per l'ottimizzazione dello spazio occupato dalle merci nel container del camion.



Scopo

Lo scopo dello stage è quello di realizzare dei modelli di programmazione lineare per la risoluzione dello **Strip Packing Problem** da usare per valutare l'euristica aziendale

- **2D**: versione 2D;
- **2DR**: versione 2D con rotazione;
- **2DRS**: versione 2D con rotazione e sequenza di scarico;
- **3D**: versione 3D con rotazione e sovrapposizione.

Insieme $I = \{1, \dots, n\}$ di oggetti aventi dimensioni w_i , d_i e h_i .
Insieme $J = \{1, \dots, m\}$ di contenitori di dimensione W , D e H .
Per ipotesi $w_i \leq W$, $d_i \leq D$ e $h_i \leq H$.

Obiettivo Bin Packing

Minimizzare il numero di contenitori J che riescano a contenere tutti gli oggetti dell'insieme I .

Obiettivo Strip Packing

Minimizzare i metri lineari occupati dagli oggetti dell'insieme I rispetto la profondità del contenitore.

Tratto dall'articolo: Solving the 2D bin packing problem by means of a hybrid evolutionary algorithm

$$\min D$$

s.t.

$$l_{ij} + l_{ji} + b_{ij} + b_{ji} \geq 1 \quad i < j \quad i, j \in I$$

$$y_i - y_j + M_d b_{ij} \leq M_d - d_i \quad i, j \in I$$

$$x_i - x_j + M_w l_{ij} \leq M_w - w_i \quad i, j \in I$$

$$x_i + w_i \leq W \quad i \in I$$

$$y_i + d_i \leq D \quad i \in I$$

$$b_{ij}, l_{ij} \in \{0, 1\} \quad i \neq j \quad i, j \in I$$

$$x_i, y_i, w_i, d_i \in \mathbb{R}^+ \quad i \in I$$

Durante lo stage sono state usate le seguenti tecnologie:



matplotlib

pandas

$$y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$$

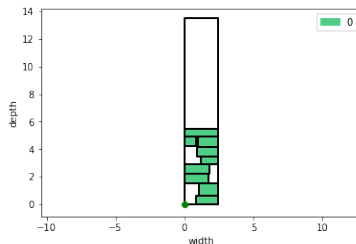


Google

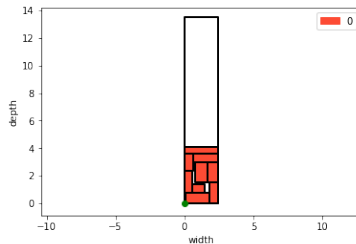
Optimization

Tools

Modello 2D:
Punto di partenza



Modello 2DR:
Ottimalità della soluzione

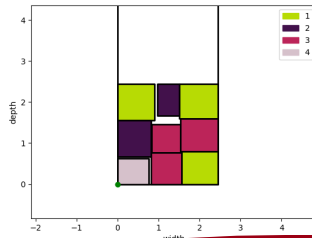
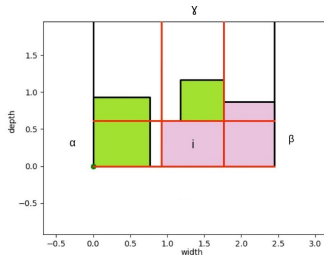


Vie di scarico:

Deve essere presente almeno una via di scarico per ciascun pacco

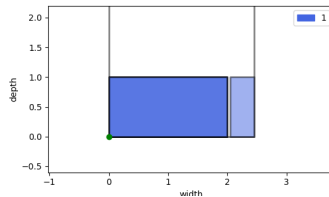
Stabilità della sequenza:

Feature non disponibile nel modello, trascurabile su test con pochi oggetti



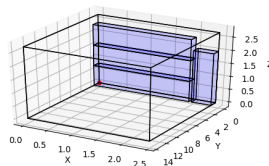
Stabilità degli oggetti:

Garantita sovrapponendo solo
un oggetto



Oggetti stackable:

In generale nei test non tutti
gli oggetti erano sovrapponibili



Istanza:

insieme formato dai pacchi da disporre nel contenitore.

Gruppo di istanze:

insieme di istanze accomunate tra loro dal numero di pacchi o dalle loro dimensioni.

Time Limit: 300 secondi

Soluzioni:

- ottime
- best bound

#	w_a	w_b	d_a	d_b
0	0.5	2.45	0.5	2.45
1	0.5	1.50	0.5	4.00
2	1.5	2.45	0.5	4.00
3	0.5	1.50	3.0	4.00
4	1.5	2.45	3.0	4.00
5	0.1	1.00	0.1	1.00
6	0.1	1.00	3.0	4.00
7	2.0	2.45	3.0	4.00
8	2.0	2.45	2.0	2.45
9	0.1	1.00	0.1	4.00

Otttime

	#ist	ϵ_r	ϵ_a	Time
0	64.0	3.89	0.23	40.95
1	73.0	11.90	0.81	31.51
2	76.0	0.94	0.10	19.76
3	84.0	12.29	1.26	19.79
4	75.0	0.00	0.00	27.69
5	73.0	14.17	0.11	12.58
6	78.0	6.60	0.47	20.95
7	76.0	0.00	0.00	36.62
8	81.0	0.00	0.00	23.70
9	81.0	10.34	0.45	10.60

Best bound

	#ist	ϵ_r	ϵ_a
0	36.0	7.35	0.59
1	27.0	15.98	1.48
2	24.0	0.91	0.17
3	16.0	17.26	2.62
4	25.0	0.00	0.00
5	27.0	16.16	0.21
6	22.0	19.40	1.70
7	24.0	0.00	0.00
8	19.0	0.00	0.00
9	19.0	20.58	1.10

■ $\epsilon_a = Obj_h - Obj_m$

■ $\epsilon_r = \frac{\epsilon_a}{Obj_m} \cdot 100$

4 Modelli \Rightarrow 4 Macro-Obiettivi

- Introduzione di un nuovo macro-obiettivo:
 - Realizzazione modello 2DRS;
- Due variazioni nel corso dello stage:
 - Confronto con l'euristica eseguito alla fine;
 - Nuove funzioni di verifica dell'euristica sviluppate durante il testing dei modelli.

Realizzazione modello grazie ad una minor durata:

- formazione;
- realizzazione modelli.

#	Macro-Obiettivi	Ore previste	Ore effettive
1	Modello 2D	96	64
2	Modello 2DR	64	64
3	Modello 2DRS	0	72
4	Modello 3D	64	72
5	Confronto con euristica	24	16

Cause cambiamenti tempistiche:

- Formazione più breve;
- Prototipazione modelli 2D e 2DR pi rapida;
- Testing e sviluppo euristica in parallelo.

- 1 Tutti gli obiettivi sono stati completati;
- 2 Valutazione positiva dei risultati forniti;
- 3 Importanti conoscenze apprese.

Sviluppi futuri:

- Archiviazione soluzioni modello;
- Stabilità sequenza;
- Stabilità degli oggetti;
- Unione modelli.