

Esame di Laurea in Informatica

Dipartimento di Matematica "Tullio Levi Civita"

Implementazione di modelli di programmazione matematica per problemi di bin packing

Candidato
Daniel Rossi

Relatore
prof. Luigi De Giovanni

18 Dicembre 2018



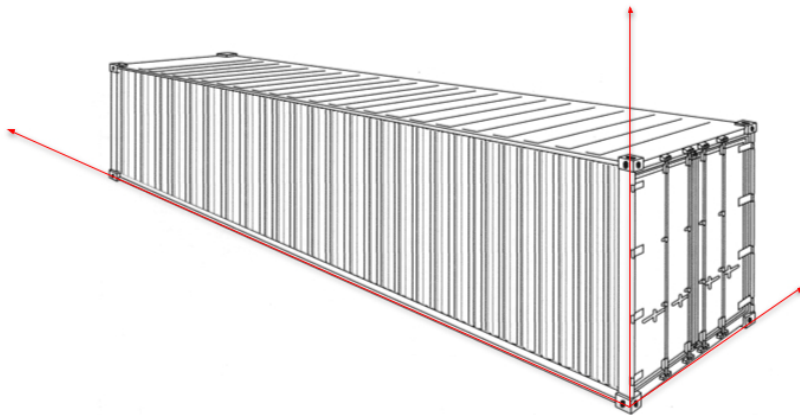
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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.

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

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

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

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

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

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

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

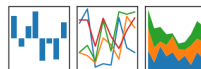
Durante lo stage sono state usate le seguenti tecnologie:



matplotlib

pandas

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

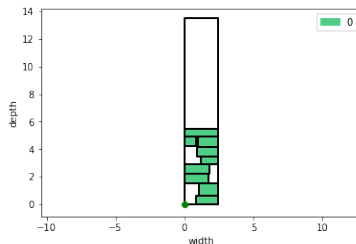


Google

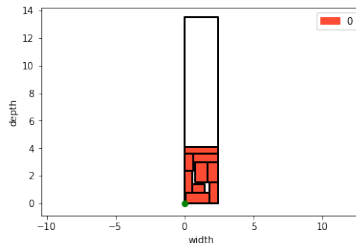
Optimization

Tools

Modello 2D:
Limiti delle soluzioni

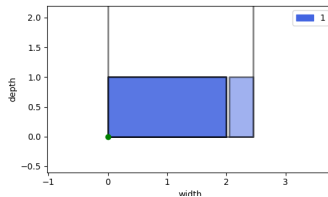


Modello 2DR:
Ottimalità della soluzione



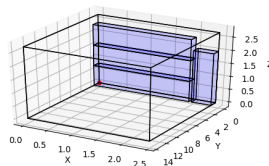
Stabilità degli oggetti:

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					Best bound			
	#ist	ϵ_r	ϵ_a	Time		#ist	ϵ_r	ϵ_a
0	64.0	3.89	0.23	40.95	0	36.0	7.35	0.59
1	73.0	11.90	0.81	31.51	1	27.0	15.98	1.48
2	76.0	0.94	0.10	19.76	2	24.0	0.91	0.17
3	84.0	12.29	1.26	19.79	3	16.0	17.26	2.62
4	75.0	0.00	0.00	27.69	4	25.0	0.00	0.00
5	73.0	14.17	0.11	12.58	5	27.0	16.16	0.21
6	78.0	6.60	0.47	20.95	6	22.0	19.40	1.70
7	76.0	0.00	0.00	36.62	7	24.0	0.00	0.00
8	81.0	0.00	0.00	23.70	8	19.0	0.00	0.00
9	81.0	10.34	0.45	10.60	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

Ogni obiettivo composto da diversi sotto-obiettivi

- Introduzione di un nuovo obiettivo:
 - Realizzazione modello 2DRS;
- Due variazioni nel corso dello stage:
 - Confronto con l'euristica eseguito alla fine;
 - Integrazione funzionalità euristica svolto in parallelo con lo sviluppo dei modelli.

Realizzazione modello grazie ad una minor durata:

- formazione;
- realizzazione modelli.

	#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