

# 3D Bin Packing

Računarska Inteligencija, Matematički Fakultet

---

Marko Lazarević, Uroš Ivetić

# Uvod

- 3D bin packing - raspoređivanje pravougaonih objekata u kontejnere.
- Cilj: minimizacija broja kontejnera.
- Primena: logistika, transport, skladištenje.
- Pravila:
  - Bez preklapanja i izlaska iz okvira kontejnera.
  - Fiksna orijentacija (bez rotacija) .
- Oflajn varijanta - svi objekti su poznati na početku.

# Model podataka

- Klasa Box – dimenzije, pozicija.
- Klasa Bin – dimenzije, lista kutija, top\_surface, candidate\_positions.
- Glavna metoda: add\_box (odabir pozicije, provera sudara, ažuriranje stanja).
- Korišćena heuristika: DBL (Deepest Bottom Leftmost).
- Funkcija pack\_boxes\_into\_bins: iterativno dodaje kutije, otvara nove kontejnere po potrebi.

# Algoritam grube sile

- Iscrpno pretraživanje svih permutacija  $O(n!)$ .
- Prednost: garantuje optimalno rešenje.
- Mana: nepraktično za veće instance.
- Završava u realnom vremenu samo za male setove podataka.

# Algoritam simuliranog kaljenja

- Metaheuristika inspirisana fizičkim procesom kaljenja.
- Prihvata ponekad lošija rešenja  $\rightarrow$  izbegava lokalne minimume.
- Intenzifikacija: prihvatanje boljih rešenja.
- Diverzifikacija: stohastičko prihvatanje lošijih rešenja u ranim iteracijama.

# Generisanje podataka

- Predefinisan broj kontejnera.
- Nasumična podela na manje celine.
- Garantuje generisanje optimalnog rešenja jer su svi kontejneri popunjeni.
- Generisani skupovi podataka od 4 do 1000+ objekata.

# Ekperimentalni rezultati

- Algoritam grube sile u realnom vremenu završava samo na manjim instancama.
  - Za primere sa do 9 objekata završava za ~180 minuta.
  - Za veće primere se ne očekuje završavanje u realnom vremenu, ali se očekuje da bi rezultat bio korektan.
- Algoritam simuliranog kaljenja završava u realnom vremenu i veće primere.
  - Za primere do 9 objekata ~27 sekundi sa potpuno korektnim rešenjima.
  - Za veće primere završava u realnom vremenu sa odstupanjem 2-3 kontejnera (od 15+) što se u realnim primenama može smatrati zadovoljavajućim.

# Zaključak

- Algoritam simuliranog kaljenja daje rezultate u realnom vremenu uz minimalne gubitke na korektnosti.
- U realnim primenama algoritam grube sile bio bi neupotrebljiv za veće primere.
- Za realne sisteme u logistici, skladištenju i transportu simulirano kaljenje je jedino izvodljivo rešenje jer daje upotrebljive rezultate brzo, uz minimalne gubitke na korektnosti.



# Moguća unapređenja i dalji koraci

- Poboljšanje heuristika za pakovanje kutija.
- Trenutno najveći bottleneck algoritma simuliranog kaljenja je baš pakovanje kutija i računanje fitnes funkcije koje bi moglo da se poboljša.
- Unapređenje diverzifikacije dodatnim heuristikama vezanim za konkretan problem.

# HVALA NA PAŽNJI

Uroš Ivetić, Marko Lazarević