

Bin packing with directed stackability conflicts

Attila Bódis

Software Information Technology MSc, 3th semester

Consultant: Csanád Imreh, PhD - associate professor

University of Szeged – Faculty of Science and Informatics,

Department of Computer Algorithms and Artificial Intelligence

The Bin Packing problem is a well-known and highly investigated problem in the computer science: we have n items given with their sizes, and we want to assign them to unit capacity bins such, that we use the minimum number of bins.

In this paper, some generalizations of this problem are considered, where there are some additional stackability constraints defining that certain items can or cannot be packed on each other. The corresponding model of the literature is the Bin Packing Problem with Conflicts (BPPC), where this additional constraint is defined by an undirected conflict graph having edges between items that cannot be assigned to the same bin. However, we show some practical cases, where this conflict is directed, meaning that the items can be assigned to the same bin, but only in a certain order. Two new models are introduced for this problem: Bin Packing Problem with Hanoi Conflicts (BPPHC) and Bin Packing Problem with Directed Conflicts (BPPDC). In this paper, the connection of the three conflict models is examined in detail.

We have investigated the complexity of the new models, mainly the BPPHC model, in the special case where each items have the same size. We also considered two cases depending on whether re-ordering the items is allowed or not.

We show that for the on-line version of the BPPHC model with equal item sizes, the First Fit algorithm is not better than $\frac{3}{2}$ -approximation, when it is forbidden for the optimum to re-order the items, even if only 2 stackability classes, called Hanoi classes, are applied. However, we also prove, that asymptotically every Any-Fit algorithm is 1-approximation for this case.

Finally, we introduce an algorithm for the off-line version of the BPPHC model with equal item sizes, which has polynomial time complexity, if the number of the Hanoi classes is constant.

Ládapakolási probléma irányított pakolhatósági feltételekkel

Bódis Attila

II. Programtervező informatikus MSc

Témavezető: Imreh Csanád - egyetemi docens

SZTE TTK Algoritmusok és Mesterséges Intelligencia Tanszék

A ládapakolási probléma (Bin Packing Problem, BPP) egy jól ismert, és sokat kutatott területe a számítástudománynak: adott n különböző méretű tárgy, amelyeket egység méretű ládába akarunk elhelyezni úgy, hogy a lehető legkevesebb ilyen ládát használjuk fel.

Jelen dolgozatban néhány olyan általánosítást vizsgáljuk, amelyekben további pakolhatósági feltételeket kell figyelembe venni, melyek meghatározzák, hogy két tárgy kerülhet-e egymásra. Az ennek megfelelő, irodalomban szereplő modell a konfliktusos ládapakolási probléma (Bin Packing Problem with Conflict, BPPC), amelyben ezt a feltételt egy irányítatlan konfliktus gráf definiálja olyan módon, hogy az élek azt határozzák meg, hogy az összekötött csúcsoknak megfelelő tárgyak nem kerülhetnek azonos ládába. Megmutatjuk, hogy bizonyos, gyakorlati szempontból is releváns, esetekben a konfliktusok irányított módon vannak jelen, azaz a tárgyak elhelyezhetőek ugyanabba a ládába, de csak bizonyos sorrendben. Két új modellt vezetünk be erre a problémára: a Hanoi konfliktusos (Bin Packing Problem with Hanoi Conflicts, BPPHC) valamint az irányított konfliktusos ládapakolási problémákat (Bin Packing Problem with Directed Conflicts, BPPDC). A dolgozatban részletesen taglaljuk ezen három konfliktusos modell kapcsolatát.

Megvizsgáltuk az új modellek, főként a Hanoi konfliktusos modell, komplexitását azon speciális esetben, amikor minden tárgy azonos méretű. A komplexitás vizsgálatánál megkülönböztettünk két esetet attól függően, hogy a tárgyak érkezési sorrendjének módosítása megengedett-e.

Megmutatjuk, hogy a Hanoi konfliktusos modell on-line változatára azonos méretű tárgyak esetén a First-Fit algoritmus már 2 pakolhatósági, avagy Hanoi osztály esetén sem jobb, mint $\frac{3}{2}$ - approximációs, ha az optimum számára is tilos átrendezni a tárgyakat. Ugyanakkor azt is belátjuk, hogy aszimptotikusan minden Any-Fit típusú algoritmus 1-versenyképes.

Végül bemutatunk egy optimális megoldást adó algoritmust a Hanoi konfliktusos ládapakolási probléma off-line változatára, amely polinomiális idejű, amennyiben a Hanoi osztályok száma konstansnak tekinthető.