

Т.В. Селівьорстова, А.С. Мирошніченко

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ВИБОРУ СУСІДСТВА ДЛЯ НЕОРІЄНТОВАНОГО ГИЛЬОТИННОГО РОЗКРОЮ

Анотація. Проведено дослідження алгоритмів вибору сусідства для неорієнтованого гильотинного розкрою з метою визначення їхньої ефективності.

Ключові слова: гильотинний розкрій, сулідство елементів, next fit decreasing high, first fit decreasing hig, щільність упаковки.

Постановка проблеми

Завдання раціонального розкрою матеріалів давно привертають увагу дослідників і практиків. У загальному вигляді ці завдання можна сформулювати наступним чином: є матеріал заданих розмірів (дошки, труби, листи, рулони і т.і.) В обмеженому або необмеженій кількості, а також замовлення на розкрій, що представляє собою перелік деталей із зазначенням форм, розмірів і необхідної кількості кожного типу деталей. Завдання поділяються на завдання лінійного, плоского і тривимірного розкрою. Завдання лінійного розкрою вивчені добре, і для багатьох практично важливих випадків відомі методи, що дають точне рішення. Для задач же плоского і тривимірного розкрою ситуація набагато гірша.

Аналіз останніх досліджень

Завдання розкрою-упаковки належить до класу NP-важких задач, тобто для її точного рішення не існує алгоритму полиномиальной складності. Більш того, дана задача є NP-важкою в сильному сенсі, так як містить NP-важкі завдання як підзадачі. До сих пір не розроблено ефективних і досить точних способів розрахунку нижніх меж для даної задачі, що дозволяють визначити досягнення оптимуму. Таким чином, точні алгоритми зводяться до повного перебору варіантів. У зв'язку з цим, використання точних алгоритмів для вирішення задачі розкрою-упаковки часто виявляється недоцільним і неможливим через великі витрат часу. Тому велике значення приділяється розробці і дослідженню евристичних методів

оптимізації. Одним з перспективних напрямків є розробка метаевристических алгоритмів, заснованих на відомих метаевристических підходах, з успіхом використовуються для вирішення багатьох завдань дискретної оптимізації. Для більшості метаевристик доведена їх асимптотичне збіжність, що є важливим аргументом на користь їх активного використання.

Для offline задачі двовимірної упаковки у напівобмежену полосу (2-Dimensional Strip Packing, 2DSP) відразу відомий розмір всіх прямокутників, що упаковуються, тому їх можна відсортувати, вибрати за певним критерієм, згрупувати або просто натякають в відповідні місця. Плоскі алгоритми розміщують прямокутники строго впритул один до одного, але це не найвдаліша стратегія, як може здатися на перший погляд. Рівневі ділять смугу на рівні, рівні по висоті одному з вибраних прямокутників, і поміщають всі інші на конкретний рівень за певним критерієм. Шельфові зумовлюють відразу кілька шельфів (полиць), і розпихають по них прямокутники, така поведінка характерна для online-алгоритмів.

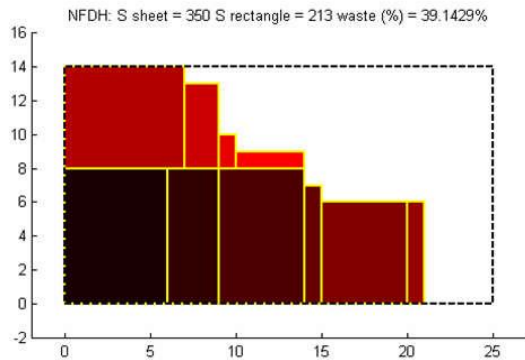
Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Провести дослідження алгоритмів вибору сусідства Next Fit Decreasing High та First Fit Decreasing High для неорієнтованого гильотинного розкрою з метою визначення їхньої ефективності по критерію мінімізації відходів.

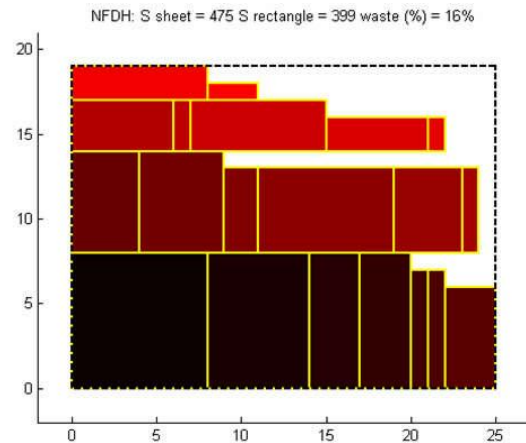
Основна частина

Розглянемо деякі евристичні алгоритми призначені для розв'язку offline-2DSP.

Алгоритм Next Fit Decreasing High. Прямокутники упорядковано по зростанню висоти (Decreasing High натякає), найвищий розташовується в лівому нижньому кутку смуги, тим самим ініціалізувавши перший рівень, по висоті рівний йому. Решта прямокутники розташовуються зліва направо, поки є місце на поточному рівні. Прямокутник, який не помістився на рівні, поміщається зверху, утворюючи наступний рівень, і так далі (рисунок 1).



а)

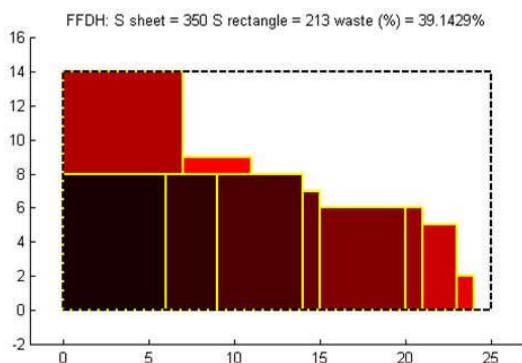


б)

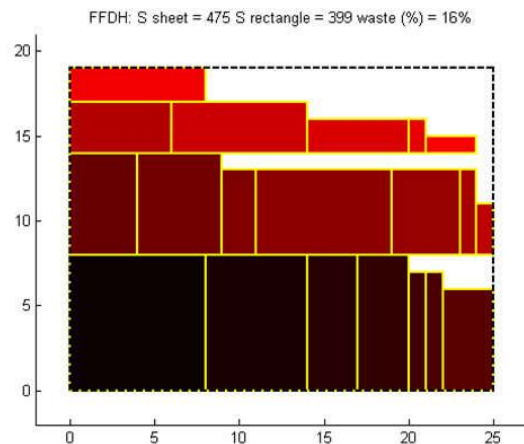
а) 10 елементів, б) 20 елементів

Рисунок 1 – Упаковка Next Fit Decreasing High

Алгоритм First Fit Decreasing High, схожий на попередній алгоритм, з тією різницею, що для кожного наступного прямокутника шукається місце не тільки на останньому рівні, а починаючи з самого нижнього (рисунок 2). Звідси й «first fit» - прямокутник поміщається на перший підходящий рівень знизу. Інтуїтивно зрозуміло, що упаковка буде якісніше. Ще одна значна відмінність - в продуктивності, так як в гіршому випадку доведеться розглядати на кожному кроці всі рівні знизу вгору.



а)



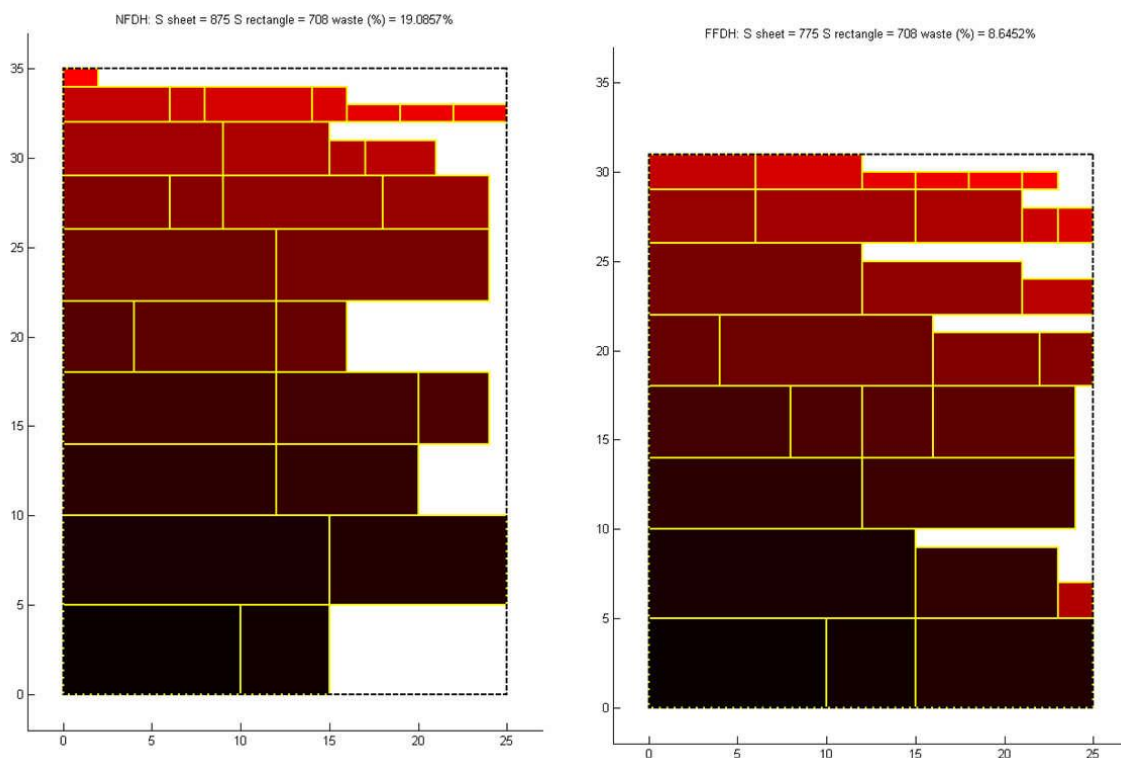
б)

а) 10 елементів, б) 20 елементів

Рисунок 2 – Упаковка First Fit Decreasing High

Для дослідження відмінності роботи алгоритмів було проведено серію обчислювальних експериментів, результати одного з них наведено на рисунку 3. У данному випадку, при візуалізації упаковки важливу роль грає колір елемента, чим елемент темніше, тим його

висота більша. Світлим кольором позначені низькі елементи. Цей підхід допомагає наглядно відобразити момент «провалювання» елементів на нижні рівні при роботі алгоритму FFDH.



а) Next Fit Decreasing High (NFDH), б) First Fit Decreasing High (FFDH)

Рисунок 3 – Упаковка

Таблица 1

Порівняння роботи алгоритмів NFDH та FFDH

№ /	Алгоритм	NFDH	FFDH
1 / 40 елементів Переважають пря- мокутники	Площа листа, од.2	900	825
	Площа прямокутників, од.2	715	715
	Площа вільного місця, %	20.6	13.4
2 / 40 елементів Переважають пря- мокутники	Площа листа, од.2	775	770
	Площа прямокутників, од.2	697	697
	Площа вільного місця, %	10.1	7.1
3 / 40 елементів Переважають квад- рати	Площа листа, од.2	1150	1125
	Площа прямокутників, од.2	1029	1029
	Площа вільного місця, %	10.5	8.5
4 / 40 елементів Переважають квад- рати	Площа листа, од.2	1125	1075
	Площа прямокутників, од.2	934	934
	Площа вільного місця, %	17.0	13.1

Дані обчислювальних експериментів свідчать про те, що якість упаковки сильно залежить від наборів вхідних даних, проте зазвичай квадратні елементи дають більш щільну упаковку у порівнянні з прямокутними.

Висновки та перспективи подальших досліджень

На підставі проведених обчислювальних експериментів можливо зробити висновок про ефективність алгоритму FFDH у порівнянні з NFDH. Перспективним напрямком даного дослідження є вивчення та програмна реалізація гібридних алгоритмів упаковки.

ЛІТЕРАТУРА

1. B.S. Baker, D.J. Brown, and H.P. Katseff. A $5/4$ algorithm for two-dimensional packing. *Journal of Algorithms*, 2:348--368, 1981.
2. J.O. Berkey and P.Y. Wong. Two dimensional finite bin packing algorithms. *Journal of Operational Research Society*, 2:423--429, 1987.
3. A. Lodi and S. Martello and D. Vigo. Neighborhood search algorithm for the guillotine non-oriented two-dimensional bin packing problem. In S. Voss and S. Martello and I.H. Osman and C. Roucairol, editors, *Meta-Heuristics: Advances and Trends in Local Search Paradigms for optimization*, pages 125--139. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998.
4. A. Lodi and S. Martello and D. Vigo. Approximation algorithms for the oriented two-dimensional bin packing problem. *Journal of Operational Research Society*, 112:158--166, 1999.
5. A. Lodi and S. Martello and D. Vigo. Heuristic and metaheuristic approaches for a class of two-dimensional bin packing problems. *INFORMS Journal on Computing*, 11:345--357, 1999.
6. I. Schiermeyer. Reverse-fit: A 2-optimal algorithm for packing rectangles. In *Proceedings of 2nd European Symposium on Algorithms*, pages 290--299, Utrecht, The Netherlands, August 1994.
7. A. Steinberg A strip-packing algorithm with absolute performance bound 2. *SIAM Journal on Computing*, 9:401--409, 1997.