



УДК 519.677

## ЗАСТОСУВАННЯ ЗАДАЧІ ПАКУВАННЯ РЮКЗАКА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛЕННЯ РЕСУРСІВ СЕРВЕРА

Студент П.М. Качор, гр.ДК-51,  
Науковий керівник Бондаренко Н.О.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»

**Мета і завдання.** Інколи при веденні інформаційного бізнесу в мережі Інтернет, менеджер може зіткнутися з браком наявних обчислювальних ресурсів, необхідних для реалізації всіх задумок по привабленню споживачів. При цьому розширення обчислювальних здатностей з якихось причин не є можливим. В такому випадку необхідно вибрати в першу чергу ті, які при наявних ресурсах принеситимуть максимальну вигоду.

Прикладом такої ситуації є нестача пропускнуої здатності [1] веб-сервера для забезпечення стабільної роботи усіх веб-ресурсів, які планується на ньому розмістити. Різні веб-ресурси мають різну тематику, тому наповнені різним контентом і вимагають різної швидкості трафіку для стабільної роботи. Оскільки вони розбиті по тематиці, прогнозується, що кожен з них приваблюватиме різну середню кількість відвідувачів за одиницю часу. Таким чином завдання полягає у виборі тих веб-ресурсів, розміщення яких дозволить досягнути найбільшого охопту аудиторії та, відповідно, до сумарного прибутку з їх діяльності, а також їх вимоги по швидкості дозволяти б розмістити їх на веб-сервері.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є задача оптимального розподілення ресурсів веб-сервера. Предметом дослідження є спосіб вибору тих веб-ресурсів з можливих, розміщення яких на сервері приведе до максимізації середньої кількості відвідувачів за певну одиницю часу.

**Наукова новизна.** Розглянуто застосування задачі пакування рюкзака для вирішення проблеми оптимального розподілення наявних ресурсів веб-сервера, при неможливості їх розширення. Продемонстровано яким чином можна вибрати веб-ресурси, що необхідно розмістити на сервері для найбільшого сумарного охопту їх відвідувачів.

**Результати дослідження.** Задача пакування рюкзака[2] в загальному вигляді формулюється наступним чином: дано  $N$  предметів,  $n_i$  предмет має масу  $w_i > 0$  і вартість  $p_i > 0$ . Необхідно вибрати з цих предметів такий набір, щоб сумарна маса не перевищувала заданої величини  $W$  (місткість рюкзака), а сумарна вартість була максимальною. Існує декілька способів вирішення цієї задачі, з яких найпривабливішим по швидкості роботи є метод динамічного програмування.

Відповідно в поставленій задачі, нехай  $N = 6$  – кількість веб-ресурсів, що пропонується розмістити (веб-ресурси умовно пронумеровані),  $p_i$  – середня прогнозована кількість відвідувачів  $i$ -того веб-ресурсу за певну одиницю часу,  $w_i$  – швидкість  $i$ -того веб ресурсу, необхідна для його стабільної роботи,  $W$  – максимальна пропускна здатність сервера. Вихідні кількісні дані наведено у Таблиці 1.

Розглянемо роботу методу динамічного програмування. Нехай  $A(i, s)$  дорівнює максимальній вартості предметів, які укладено в рюкзак місткості  $s$ , при умові використання перших  $i$  предметів. При цьому

$$A(i, 0) = 0 \tag{1}$$

$$A(0, s) = 0 \tag{2}$$

тобто за відсутності предметів, або їх нульової вартості, їх сумарна вартість також рівна 0.



Задача вирішується методом зведення до простішої задачі. На кожному етапі ми вибираємо чи міститься  $i$ -тий предмет в рюкзаку. При чому, якщо  $i$ -тий предмет міститься в рюкзаку, то  $A(i, s)$  задача зводиться до простішої, де місткість зменшується на вагу  $w_k$   $i$ -того предмету, а кількість предметів зменшується на 1. Вартість рюкзака при цьому збільшується на вартість  $p_k$  цього предмету. Якщо  $i$ -тий елемент не міститься в рюкзаку, його вартість та місткість залишається незмінними, а вибір продовжується з  $i - 1$  елемента. Таким чином розв'язок задачі зводиться до рекурентної формули:

$$A(k, s) = \max(A(k - 1, s), A(k - 1, s - w_k) + p_k) \quad (3)$$

Тобто визначаємо, який набір цінніший – той, що містить даний елемент, чи без цього елемента.

Пошук елементів, що включаються до рюкзака закінчується, коли рюкзак повністю заповнено.

Таблиця 1 – Вихідні дані про веб-ресурси

$i$	$w_i$	$p_i$
1	5	2
2	4	5
3	7	3
4	2	7
5	3	8
6	8	4

Згідно з (3) розраховуємо таблицю значень  $A(i, s)$  (Таблиця 2).

Таблиця 2 – Значення  $A(i, s)$

$s$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$i=0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$i=1$	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$i=2$	0	0	0	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7
$i=3$	0	0	0	5	5	5	5	5	7	7	8	8	8	8	8
$i=4$	0	7	7	7	7	12	12	12	12	12	14	14	15	15	15
$i=5$	0	7	8	8	15	15	15	15	20	20	20	20	20	22	22
$i=6$	0	7	8	8	15	15	15	15	20	20	20	20	20	22	22

Наступним кроком є пошук предметів, які були включені до рюкзака, що становить максимальну цінність. Пошук відбувається на основі сформованої таблиці значень  $A(i, s)$ . Алгоритм наступний: початок з елемента  $A(N, W)$ , оскільки він містить відповідь на цінність рюкзака початкової задачі. З цієї клітинки підіймаємося вгору - в напрямку зменшення кількості предметів для формування рюкзака. Якщо клітинка  $A(i, s) > a(i - 1, s)$ , що іншими словами означає рюкзак, що містить  $i$ -тий предмет цінніший, ніж рюкзак без нього, тоді рюкзак включатиме в себе  $i$ -тий предмет. Якщо  $A(i, s) = a(i - 1, s)$ , рухаємось далі вгору. Рюкзак буде сформованим, коли в черговій клітинці знаходитиметься 0.

Використовуючи даний алгоритм оптимальний рюкзак сформовано та він містить у собі: 1, 2, 4 та 5 предмети, сумарною масою  $w_1 + w_2 + w_4 + w_5 = 14$  та сумарною вартістю  $p_1 + p_2 + p_4 + p_5 = 22$ .

**Висновки.** В даній роботі продемонстровано спосіб визначення, які з запланованих веб-ресурсів слід розміщати на сервері з обмеженою пропускнуою здатністю задля отримання найбільшою аудиторією їх відвідувачів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пропускна здатність мережі [Електронний ресурс]-Режим доступу: <https://mirohost.net/ua/support/hosting-glossary/propusknaya-sposobnost-seti> Задача о рюкзаке [Електронний ресурс]-Режим доступу: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0\\_%D0%BE\\_%D1%80%D1%8E%D0%BA%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%B5](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%BE_%D1%80%D1%8E%D0%BA%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%B5)