

# BÁO CÁO MÔN CS106

BT3 – Solving Knapsack problem using OR-Tools



Giảng viên hướng dẫn:

Lương Ngọc Hoàng

Sinh viên thực hiện:

Nguyễn Gia Bảo - 22520109

## I. Giới thiệu về bài toán knapsack

- Bài toán xếp ba lô (còn được biết đến với tên gọi bài toán cái túi) là một bài toán tối ưu hóa tổ hợp. Bài toán được đặt tên từ vấn đề chọn những gì quan trọng có thể nhét vừa vào trong một cái túi (với giới hạn khối lượng) để mang theo trong một chuyến đi. Các bài toán tương tự thường xuất hiện trong kinh doanh, toán tổ hợp, lý thuyết độ phức tạp tính toán, mật mã học và toán ứng dụng.
- Trong bài tập này, chúng ta sẽ sử dụng công cụ được cung cấp sẵn của Google (OR-Tools) để giải bài toán knapsack trên các instance từ link Github: <https://github.com/likr/kplib>

## II. Bảng thống kê

Sau khi cài đặt chương trình, ta cho chương trình chạy qua các nhóm test case, và đặt time limit là 3 phút

- Nhóm **00UnCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time(s)	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	11922	11921	19780	0.0	yes
n00100/R01000/s005.kp	28462	28455	42224	0.0	yes
n00200/R01000/s005.kp	47601	47601	86024	0.0	yes
n00500/R01000/s005.kp	120137	120129	202400	0.0	yes
n01000/R01000/s005.kp	243749	243745	403106	0.0	yes

➔ Tất cả các testcase đều cho ra đáp án tối ưu

- Nhóm **01WeaklyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time(s)	Is optimal

n00050/R01000/s005.kp	12719	12715	14125	0.0	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24637	27933	0.0	yes
n00200/R01000/s005.kp	53104	53102	57753	0.0	yes
n00500/R01000/s005.kp	123199	123199	135595	0.0	yes
n01000/R01000/s005.kp	243336	243336	268214	0.0	yes

➔ Tất cả testcase đều cho ra đáp án tối ưu

- Nhóm **02StronglyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time(s)	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	12719	12719	16219	0.025	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24642	31842	0.0	yes
n00200/R01000/s005.kp	53104	53104	66904	0.035	yes
n00500/R01000/s005.kp	123199	122931	158131	180	no
n01000/R01000/s005.kp	243336	243156	313956	180	no

➔ Có 3 kết quả tối ưu và 2 kết quả không tối ưu

- Nhóm **03InverseStronglyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	15194	15194	13594	0.1	yes
n00100/R01000/s005.kp	29592	29592	26592	0.0	yes
n00200/R01000/s005.kp	63005	62977	56477	16.85	yes
n00500/R01000/s005.kp	147951	147951	132251	27.97	yes
n01000/R01000/s005.kp	292841	292748	261648	180	no

➔ Có 4 kết quả tối ưu và 1 kết quả không tối ưu

- Nhóm **04AlmostStronglyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	12719	12719	16204	0.01	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24641	31891	0.0	yes
n00200/R01000/s005.kp	53104	53104	66890	0.0	yes
n00500/R01000/s005.kp	123199	123107	158299	180	no
n01000/R01000/s005.kp	243336	243315	314138	180	no

➔ Có 3 kết quả tối ưu và 2 kết quả không tối ưu

- Nhóm **05SubsetSum**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	12719	12719	12719	0.0	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24642	24642	0.0	yes
n00200/R01000/s005.kp	53104	53104	53104	0.0	yes
n00500/R01000/s005.kp	123199	123199	123199	0.0	yes
n01000/R01000/s005.kp	243336	243336	243336	0.0	yes

➔ Cả 5 testcase đều cho ra kết quả tối ưu

- Nhóm **06UncorrelatedWithSimilarWeights**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	2476436	2401442	19503	0.0	yes
n00100/R01000/s005.kp	4953340	4902512	39025	0.0	yes

n00200/R01000/s005.kp	9905740	9904796	79002	0.0	yes
n00500/R01000/s005.kp	24764470	24711907	186275	180	no
n01000/R01000/s005.kp	49529307	49523855	369485	0.394	yes

➔ Có 4 kết quả tối ưu và 1 kết quả không tối ưu

- Nhóm **07SpannerUncorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	9808	9808	7728	3.0	yes
n00100/R01000/s005.kp	21063	21022	16562	180	no
n00200/R01000/s005.kp	41847	41847	32977	180	no
n00500/R01000/s005.kp	104142	104125	82075	180	no
n01000/R01000/s005.kp	210868	210827	166173	180	no

➔ Chỉ có 1 testcase đầu tiên cho kết quả tối ưu, 4 testcase còn lại đều không tối ưu

- Nhóm **08SpannerWeaklyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	7688	7683	18104	2.69	yes
n00100/R01000/s005.kp	16528	16527	38960	181	no
n00200/R01000/s005.kp	32786	32763	77262	188	no
n00500/R01000/s005.kp	81588	81539	192286	180	no
n01000/R01000/s005.kp	165198	165155	389470	180	no

➔ Chỉ có 1 testcase tối ưu, 4 không tối ưu

- Nhóm **09SpannerStronglyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	7814	7813	21313	0.07	yes
n00100/R01000/s005.kp	16600	16592	44492	182	no
n00200/R01000/s005.kp	32802	32761	90261	181	no
n00500/R01000/s005.kp	81687	81672	225472	185	no
n01000/R01000/s005.kp	165436	165430	457030	180	no

➔ Chỉ có 1 testcase đầu tiên là tối ưu, còn lại đều không tối ưu

- Nhóm **10MultipleStronglyCorrelated**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	12714	12713	20813	0.0	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24642	40642	0.016	yes
n00200/R01000/s005.kp	53100	53100	84200	180	no
n00500/R01000/s005.kp	123198	123198	201698	180	no
n01000/R01000/s005.kp	243336	243336	399336	0.42	yes

➔ Có 3 kết quả tối ưu và 2 kết quả không tối ưu

- Nhóm **11ProfitCeiling**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal

n00050/R01000/s005.kp	12719	12718	12708	0.06	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24640	24627	2.64	yes
n00200/R01000/s005.kp	53104	53103	53082	180	no
n00500/R01000/s005.kp	123199	123199	123153	180	no
n01000/R01000/s005.kp	243336	243334	243240	180	no

➔ Có 2 kết quả tối ưu và 3 kết quả không tối ưu

- Nhóm **12Circle**

Testcase	Capacity	Total weight	Total value	Elapsed time	Is optimal
n00050/R01000/s005.kp	12719	12719	268001	0.07	yes
n00100/R01000/s005.kp	24642	24642	519231	0.076	yes
n00200/R01000/s005.kp	53104	53104	1118954	180	no
n00500/R01000/s005.kp	123199	123199	2595920	3.1	yes
n01000/R01000/s005.kp	243336	243336	5127320	180	no

➔ Có 3 testcase có lời giải tối ưu, 2 testcase có lời giải chưa tối ưu

### III. Nhận xét

Từ các bảng thông kê kết quả khi chạy qua 13 nhóm testcase, ta có thể chia chúng thành 2 nhóm, dựa vào số testcase optimal trên tổng số testcase từ nhóm đó

Nhóm dễ	Nhóm khó
00Uncorrelated: 5/5	07SpannerUncorrelated: 1/5
01WeaklyCorrelated: 5/5	08SpannerWeaklyCorrelated: 1/5
02StronglyCorrelated: 3/5	09SpannerStronglyCorrelated: 1/5

03InverseStronglyCorrelated: 4/5 04AlmostStronglyCorrelated: 3/5 05SubsetSum: 5/5 06UncorrelatedWithSimilarWeights: 4/5 10MultipleStronglyCorrelated: 3/5 12Circle: 3/5	11ProfitCeiling: 2/5
--	----------------------

- Từ bảng trên, ta thấy chương trình sẽ cho kết quả tối ưu nhất khi bộ dữ liệu không có sự tương quan, hoặc ít tương quan hoặc subsetsum (uncorrelated/ weaklycorrelated).
- Những nhóm có tương quan mạnh thì sẽ có kết quả không tối ưu hoàn toàn, nhưng vẫn đa phần các testcase đều cho kết quả tốt.
- Những nhóm spanner thì ngược lại, 4/5 testcase đều cho kết quả không tối ưu. Chương trình sẽ cho kết quả không tốt khi dữ liệu thuộc các nhóm spanner, do những nhóm này bao gồm những item có giá trị hoặc trọng lượng rất lớn.
- Nhóm 12Circle có các items được phân bố thành hình tròn trong không gian giá trị-trọng lượng cũng cho kết quả tương đương với các nhóm có tương quan mạnh hoặc gần như mạnh.

— HẾT —