

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



KHOA: KHOA HỌC MÁY TÍNH

MÔN HỌC: CS106.O21.KHTN - TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

Solving Knapsack Problems Using Google OR Tools

Sinh viên:
Nguyễn Tuấn Anh – 21520142

Giảng viên:
TS. Lương Ngọc Hoàng

Mục lục

1	Giới thiệu	2
2	Thống kê thực nghiệm	3
3	Nhận xét	8

1. Giới thiệu

Google OR-Tools là một bộ công cụ mở và miễn phí được thiết kế để giải quyết các vấn đề tối ưu hóa phức tạp. OR-Tools bao gồm các thư viện và API cho các ngôn ngữ lập trình phổ biến như Python, C++, và Java, giúp giải quyết các loại bài toán như Tối ưu hóa tổ hợp, Network Flows, Scheduling,...

Bây giờ, chúng ta sẽ sử dụng Google OR Tools để giải bài toán Knapsack. Các test cases được lấy từ [kplib](#). Có tổng cộng 13 nhóm test cases (00-12) cho bài toán Knapsack. Chọn 6 test cases ([50](#) items, [100](#) items, [200](#) items, [500](#) items, [1000](#) items và [2000](#) items) trong mỗi nhóm để tiến hành thực nghiệm.

Đường dẫn đến mỗi test case là `kplib/group_name/test_cases/R01000/s000.kp`. Trong đó `group_name` là tên của một nhóm trong 13 nhóm test cases, `test_cases` thuộc các thư mục chứa test cases có số items đã đề cập.

Source code gồm một file (`main.py`) giải bài toán và một file (`checker.py`) để kiểm tra tính tối ưu của lời giải.

2. Thống kê thực nghiệm

Bảng 1: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 00Uncorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	20.995	14.721	✓
n00100	46.537	22.519	✓
n00200	84.317	50.302	✓
n00500	207.992	118.693	✓
n01000	400.811	252.480	✓
n02000	808.902	502.731	✓

Bảng 2: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 01WeaklyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	15.768	14.232	✓
n00100	31.064	29.013	✓
n00200	56.976	51.563	✓
n00500	139.258	127.276	✓
n01000	273.052	245.972	✓
n02000	552.506	498.452	✓

Bảng 3: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 02StronglyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	17.539	14.239	✓
n00100	35.617	29.017	✓
n00200	65.363	51.563	×
n00500	162.178	127.278	×
n01000	316.372	245.972	×
n02000	638.545	498.045	×

Bảng 4: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 03InverseStronglyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	14.914	16.714	✓
n00100	30.468	33.968	✓
n00200	54.964	61.464	✓
n00500	136.031	152.031	×
n01000	263.977	295.477	✓
n02000	534.014	597.114	×

Bảng 5: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 04AlmostStronglyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	17.556	14.238	✓
n00100	35.611	29.016	✓
n00200	65.385	51.563	×
n00500	162.154	127.278	×
n01000	316.415	245.972	✓
n02000	638.793	498.221	×

Bảng 6: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 05SubsetSum. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	14.239	14.239	✓
n00100	29.017	29.017	✓
n00200	51.563	51.563	✓
n00500	127.278	127.278	✓
n01000	245.972	245.972	✓
n02000	498.452	498.452	✓

Bảng 7: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 06UncorrelatedWithSimilarWeights. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	19.676	2.401.482	✓
n00100	39.791	4.902.253	✓
n00200	75.768	9.904.900	✓
n00500	189.769	24.712.055	×
n01000	371.276	49.525.319	✓
n02000	748.457	99.050.305	×

Bảng 8: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 07SpannerUncorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	13.472	4.569	✓
n00100	24.228	8.748	×
n00200	47.836	17.274	×
n00500	114.616	42.898	×
n01000	228.624	84.656	×
n02000	459.560	168.004	×

Bảng 9: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 08SpannerWeaklyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	10.354	11.452	✓
n00100	20.550	20.824	✓
n00200	40.575	41.116	✓
n00500	98.713	100.076	×
n01000	196.050	198.664	×
n02000	391.950	397.176	×

Bảng 10: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 09SpannerStronglyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	28.440	11.540	×
n00100	51.656	20.956	✓
n00200	101.888	41.288	×
n00500	245.128	99.928	×
n01000	488.672	198.772	×
n02000	979.064	397.264	×

Bảng 11: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 10MultipleStronglyCorrelated. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	21.338	14.238	✓
n00100	43.316	29.016	✓
n00200	81.658	51.558	✓
n00500	203.778	127.278	×
n01000	399.170	245.970	×
n02000	806.150	498.450	×

Bảng 12: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 11ProfitCeiling. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	14.229	14.238	✓
n00100	29.001	29.015	✓
n00200	51.540	51.562	✓
n00500	127.239	127.277	×
n01000	245.877	245.972	×
n02000	498.255	498.450	×

Bảng 13: Kết quả thực nghiệm trên nhóm 12Circle. Giá trị lời giải là tổng giá trị của các vật phẩm được chọn, Tổng trọng lượng được tính tương ứng. Ký hiệu “✓” nếu lời giải trả về là tối ưu, “×” trong trường hợp ngược lại.

Test Case	Giá trị lời giải	Tổng trọng lượng	Lời giải tối ưu
n00050	300.031	14.239	✓
n00100	611.418	29.017	✓
n00200	1.086.483	51.563	✓
n00500	2.681.868	127.278	×
n01000	5.182.856	245.972	✓
n02000	10.502.842	498.452	×

3. Nhận xét

Độ khó mỗi test case phụ thuộc vào các dữ kiện như số items, capacities và thông tin về mỗi items. Ngoài ra, thời gian cung cấp cho hệ thống để giải bài toán cũng có ảnh hưởng. Mặc dù vậy, lời giải với lượng tài nguyên được cung cấp cũng có thể chấp nhận được. Các kết quả thực nghiệm trên cho thấy, có thể phân loại các nhóm bài toán thành:

- Nhóm dễ (optimal 4/6): 00Uncorrelated, 01WeaklyCorrelated, 03InverseStronglyCorrelated, 05SubsetSum, 06UncorrelatedWithSimilarWeights, 12Circle.
- Nhóm khó (ngược lại): 02StronglyCorrelated, 04AlmostStronglyCorrelated, 07SpannerUncorrelated, 08SpannerWeaklyCorrelated, 09SpannerStronglyCorrelated, 10MultipleStronglyCorrelated, 11ProfitCeiling.