

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



UIT
TRƯỜNG ĐẠI HỌC
CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (CS106.P21)

BÁO CÁO **Solving Knapsack Problems Using Google OR Tools**

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: TS. LƯƠNG NGỌC HOÀNG

STT	Họ tên SV	MSSV
1	Trần Minh Tiến	23521587

Nội dung

1	Thống kê thực nghiệm trên mỗi test case.	2
1.1	Nhóm test case 00Uncorrelated.	2
1.2	Nhóm test case 01WeaklyCorrelated.	2
1.3	Nhóm test case 02StronglyCorrelated.	2
1.4	Nhóm test case 03InverseStronglyCorrelated.	2
1.5	Nhóm test case 04AlmostStronglyCorrelated.	3
1.6	Nhóm test case 05SubsetSum.	3
1.7	Nhóm test case 06UncorrelatedWithSimilarWeights.	3
1.8	Nhóm test case 07SpannerUncorrelated.	3
1.9	Nhóm test case 08SpannerWeaklyCorrelated.	4
1.10	Nhóm test case 09SpannerStronglyCorrelated.	4
1.11	Nhóm test case 10MultipleStronglyCorrelated.	4
1.12	Nhóm test case 11ProfitCeiling.	4
1.13	Nhóm test case 12Circle.	5
2	Kết luận	5

1 Thống kê thực nghiệm trên mỗi test case.

1.1 Nhóm test case 00Uncorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime	Status
n00050\R01000\s000	20995	14721	29	0.00	Optimal
n00100\R01000\s000	46537	22519	67	0.00	Optimal
n00200\R01000\s000	84317	50302	129	1.01	Optimal
n00500\R01000\s000	207992	118693	314	1.00	Optimal
n01000\R01000\s000	400811	252480	615	4.02	Optimal

Bảng 1: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 00Uncorrelated.

1.2 Nhóm test case 01WeaklyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	15768	14232	26	0.00	Optimal
n00100\R01000\s000	31064	29013	50	0.00	Optimal
n00200\R01000\s000	56976	51563	106	0.00	Optimal
n00500\R01000\s000	139258	127276	255	2.05	Optimal
n01000\R01000\s000	273052	245972	520	6.96	Optimal

Bảng 2: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 01WeaklyCorrelated.

1.3 Nhóm test case 02StronglyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	17539	14239	33	18.00	Optimal
n00100\R01000\s000	35617	29017	66	112.05	Optimal
n00200\R01000\s000	65363	51563	138	180007.15	Not Optimal
n00500\R01000\s000	162178	127278	349	180020.83	Not Optimal
n01000\R01000\s000	316372	245972	704	180025.64	Not Optimal

Bảng 3: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 02StronglyCorrelated.

1.4 Nhóm test case 03InverseStronglyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	14914	16714	18	9865.92	Optimal
n00100\R01000\s000	30468	33968	35	58.95	Optimal
n00200\R01000\s000	54964	61464	65	6.00	Optimal
n00500\R01000\s000	136031	152031	160	188367.44	Not Optimal
n01000\R01000\s000	263977	295477	315	180106.47	Not Optimal

Bảng 4: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 03InverseStronglyCorrelated.

1.5 Nhóm test case 04AlmostStronglyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	17556	14238	33	32031.75	Optimal
n00100\R01000\s000	35611	29016	66	33.00	Optimal
n00200\R01000\s000	65385	51563	138	180001.52	Not Optimal
n00500\R01000\s000	162154	127278	349	180003.14	Not Optimal
n01000\R01000\s000	316415	245972	704	10728.26	Optimal

Bảng 5: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 04AlmostStronglyCorrelated.

1.6 Nhóm test case 05SubsetSum.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	14239	14239	24	8.00	Optimal
n00100\R01000\s000	29017	29017	49	1.00	Optimal
n00200\R01000\s000	51563	51563	88	0.00	Optimal
n00500\R01000\s000	127278	127278	242	1.01	Optimal
n01000\R01000\s000	245972	245972	477	2.00	Optimal

Bảng 6: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 05SubsetSum.

1.7 Nhóm test case 06UncorrelatedWithSimilarWeights.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	19676	2401482	24	33.96	Optimal
n00100\R01000\s000	39791	4902253	49	6789.57	Optimal
n00200\R01000\s000	75678	9904900	99	95.00	Optimal
n00500\R01000\s000	189769	24712055	247	180018.24	Not Optimal
n01000\R01000\s000	371246	49525319	495	11993.54	Optimal

Bảng 7: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 06UncorrelatedWithSimilarWeights.

1.8 Nhóm test case 07SpannerUncorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	13472	4569	29	6.01	Optimal
n00100\R01000\s000	24228	8748	57	180022.20	Not Optimal
n00200\R01000\s000	47836	17274	115	180006.87	Not Optimal
n00500\R01000\s000	114616	42898	292	180004.04	Not Optimal
n01000\R01000\s000	228624	84656	598	180003.08	Not Optimal

Bảng 8: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 07SpannerUncorrelated.

1.9 Nhóm test case 08SpannerWeaklyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	10354	11452	25	22169.41	Optimal
n00100\R01000\s000	20550	20824	48	123.00	Optimal
n00200\R01000\s000	40575	41116	97	18175.71	Optimal
n00500\R01000\s000	98713	100076	241	180046.10	Not Optimal
n01000\R01000\s000	196050	198664	462	180019.68	Not Optimal

Bảng 9: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 08SpannerWeaklyCorrelated.

1.10 Nhóm test case 09SpannerStronglyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	28440	11540	22	180005.85	Not Optimal
n00100\R01000\s000	51656	20956	53	34600.67	Optimal
n00200\R01000\s000	101888	41288	101	180015.07	Not Optimal
n00500\R01000\s000	245128	99928	258	180024.35	Not Optimal
n01000\R01000\s000	488672	198772	527	180023.42	Not Optimal

Bảng 10: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 09SpannerStronglyCorrelated.

1.11 Nhóm test case 10MultipleStronglyCorrelated.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	21338	14238	33	20809.37	Optimal
n00100\R01000\s000	43316	29016	65	1336.06	Optimal
n00200\R01000\s000	81658	51558	136	23729.79	Optimal
n00500\R01000\s000	203778	127278	342	180027.76	Not Optimal
n01000\R01000\s000	399170	245970	693	180003.58	Not Optimal

Bảng 11: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 10MultipleStronglyCorrelated.

1.12 Nhóm test case 11ProfitCeiling.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	14229	14238	24	25842.48	Optimal
n00100\R01000\s000	29001	29015	46	88807.32	Optimal
n00200\R01000\s000	51540	51562	84	180051.81	Not Optimal
n00500\R01000\s000	127239	127277	209	180021.56	Not Optimal
n01000\R01000\s000	245877	245972	412	180022.15	Not Optimal

Bảng 12: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 11ProfitCeiling.

1.13 Nhóm test case 12Circle.

Test case	Total value	Total weight	Items	Runtime (ms)	Status
n00050\R01000\s000	300031	14239	24	28989.91	Optimal
n00100\R01000\s000	611418	29017	43	214.04	Optimal
n00200\R01000\s000	1086483	51563	79	180085.68	Not Optimal
n00500\R01000\s000	2681868	127278	184	180018.61	Not Optimal
n01000\R01000\s000	5182856	245972	366	28711.57	Optimal

Bảng 13: Bảng thống kê thực nghiệm cho nhóm test case 12Circle.

2 Kết luận

Dựa trên kết quả thực nghiệm với 5 test case đại diện cho mỗi nhóm, sử dụng OR-Tools trong giới hạn thời gian cố định, có thể phân loại các nhóm thành hai mức độ khó như sau:

- **Nhóm dễ:** Gồm các nhóm 00Uncorrelated, 01WeaklyCorrelated, 03InverseStronglyCorrelated, 05SubsetSum, 06UncorrelatedWithSimilarWeights, 12Circle.

Đặc trưng:

- Các bài toán trong nhóm này thường có không gian nghiệm dễ kiểm soát, với số lượng vật phẩm có ảnh hưởng đáng kể đến kết quả tối ưu là tương đối nhỏ.
- Mối liên hệ giữa giá trị và trọng lượng vật phẩm giúp thuật toán tham lam hoặc heuristic đơn giản đạt kết quả gần tối ưu.
- Các chiến lược cắt tỉa (pruning) hoặc sắp xếp vật phẩm theo tỷ lệ giá trị/trọng lượng hoạt động hiệu quả.
- **Nhóm khó:** Gồm các nhóm 02StronglyCorrelated, 04AlmostStronglyCorrelated, 07CircleStronglyCorrelated, 08CircleWeaklyCorrelated, 09CircleStronglyCorrelated, 10MultipleStronglyCorrelated, 11CircleProfitCeiling.

Đặc trưng:

- Bài toán có xu hướng tạo ra không gian nghiệm dày đặc, khó tách biệt rõ ràng giữa các vật phẩm quan trọng và không quan trọng.
- Các ràng buộc phức tạp hoặc mối tương quan phi tuyến tính giữa trọng lượng và giá trị khiến các chiến lược heuristic đơn giản trở nên kém hiệu quả.
- Một số nhóm dữ liệu đòi hỏi phải áp dụng giải thuật tối ưu hoàn chỉnh hoặc kỹ thuật metaheuristic phức tạp để tiếp cận nghiệm tốt trong thời gian hợp lý.

Tổng kết: Phân tích trên cho thấy hiệu quả giải của OR-Tools chịu ảnh hưởng đáng kể bởi cấu trúc dữ liệu đầu vào. Các nhóm có đặc trưng đơn giản hoặc tương quan yếu giữa trọng lượng và giá trị thường dễ giải quyết hơn, trong khi các nhóm có cấu trúc phức tạp hay tương quan mạnh là thách thức lớn đối với mô hình mà OR-Tools sử dụng.