



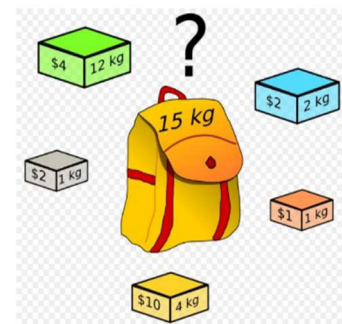
Assignment 3: Solving Knapsack Problems Using Google OR Tools

Tăng Gia Hân – 22520394

1. Tổng quan về bài toán Knapsack

Knapsack Problem là bài toán trong đó bạn cần chọn những vật phẩm quan trọng để đặt vào một cái túi (có giới hạn khối lượng) để mang theo. Mục tiêu của bài toán là chọn các vật phẩm sao cho tổng trọng lượng không vượt quá dung lượng của cái túi và tổng giá trị thu được là lớn nhất.

Trong bài tập này em dùng thuật toán BRANCH AND BOUND được tích hợp trong OR tools để giải bài toán này.



2. Thực hiện giải bài toán với OR-TOOLS

Chọn một mốc chi phí tính toán phù hợp với máy tính:

- Cấu hình thiết bị:

Device name	DESKTOP-TJGAJ0E GiaHan
Processor	11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz
Installed RAM	8.00 GB (7.74 GB usable)
Device ID	F2AD38BA-15E8-4DEC-8E88-259B5BC564AC
Product ID	00327-60000-00000-AA735
System type	64-bit operating system, x64-based processor
Pen and touch	No pen or touch input is available for this display

- Dữ liệu được cho trong đề bài được lấy từ **kplib** là một bộ dữ liệu tốt để chạy thuật toán. Có tổng cộng 13 nhóm test cases (00-12) cho bài toán Knapsack. Tuy nhiên bộ dữ liệu có quá nhiều test case nên em không thể chạy hết được.
- Do đó em chọn chiến lược là trên 13 nhóm test cases (00-12) lấy 6 bộ $n = 50$, $n = 100$, $n = 200$, $n = 500$, $n = 1000$, $n = 2000$. Mỗi bộ em chạy thử với 3 file test case tên là s000.kp, s019.kp, s085.kp trong thư mục R01000.
- Thời gian chạy tối đa mỗi thuật toán là 180 giây.

Source code là một file (main.py) giải bài toán, một folder (test-cases) chứa các test cases và một folder (results) chứa kết quả.

3. Thống kê thực nghiệm

Sau khi chạy hết 6 bộ kích thước với 3 file s000.kp, s019.kp và s085.kp thì các giá trị như weight, value và optimal cần được lưu lại. Thông qua pandas xuất ra được 3 file, với kết quả: **total_weight_table.csv**, **computed_value_table.csv**, **optimal_table.csv**.

s000.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCell	12Circle
50	14721	14232	14239	16714	14238	14239	2401482	4569	11452	11540	14238	14238	14239
100	22519	29013	29017	33968	29016	29017	4902253	8748	20824	20956	29016	29015	29017
200	50302	51563	51563	61464	51563	51563	9904900	17274	41116	41288	51558	51562	51563
500	118693	127276	127278	152031	127278	127278	24712055	42898	100076	99928	127278	127277	127278
1000	252480	245972	245972	295477	245972	245972	49525319	84656	198664	198772	245970	245972	245972
2000	502731	498452	498045	597114	498200	498452	99050305	168004	397176	397264	498450	498450	498452
s019.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCell	12Circle
50	11085	11499	11508	13977	11508	11510	2401270	5524	7817	7959	11508	11510	11510
100	23003	22596	22600	27551	22600	22600	4902235	11143	15788	15756	22588	22600	22600
200	49959	45638	45641	55542	45640	45641	9904891	24066	34166	34095	45636	45639	45641
500	116390	122548	122402	147300	122362	122548	24710999	60810	85837	85938	122544	122547	122548
1000	250643	238944	238706	288449	238845	238944	49525065	124308	176099	176067	238944	238942	238944
2000	496074	489588	489178	588492	489316	489588	99048649	249446	353902	353841	489569	489588	489588
s085.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCell	12Circle
50	12818	12597	12606	15081	12604	12606	2401329	5851	4872	4904	12606	12605	12606
100	23336	25440	25453	30403	25452	25453	4902345	11109	9388	9242	25452	25452	25453
200	49033	48807	48810	58711	48810	48810	9904849	22769	18908	18940	48810	48810	48810
500	130374	121055	121055	145807	121055	121055	24713060	62403	50268	50164	121050	121053	121055
1000	247865	251429	251160	300446	251233	251429	49525031	128582	102908	102864	251424	251427	251429
2000	497034	499295	498925	598034	499091	499295	99049406	248675	201824	201610	499290	499294	499295

Figure 1: Kết quả bảng **total_weight_table** case s000.kp, s019.kp, s085.kp

s000.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCell	12Circle
50	20995	15768	17539	14914	17556	14239	19676	13472	10354	28440	21338	14229	300031
100	46537	31064	35617	30468	35611	29017	39791	24228	20550	51656	43316	29001	611418
200	84317	56976	65363	54964	65385	51563	75678	47836	40575	101888	81658	51540	1086483
500	207992	139258	162178	136031	162154	127278	189769	114616	98713	245128	203778	127239	2681868
1000	400811	273052	316372	263977	316415	245972	371246	228624	196050	488672	399170	245877	5182856
2000	808902	552506	638545	534014	638771	498452	748457	459560	391950	979064	806150	498255	10502842
s019.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCell	12Circle
50	18181	12571	15008	12377	14999	11510	16657	8480	10696	20859	19308	11508	242526
100	37539	24544	29700	24451	29697	22600	34369	17072	21692	41356	38688	22596	476202
200	74391	51048	59741	49242	59767	45641	68301	37053	46804	89595	76936	45624	961698
500	204081	133194	157602	131600	157547	122548	183432	92820	118192	226738	200544	122496	2582200
1000	391264	265219	309506	257249	309703	238944	358910	191151	241432	462767	394944	238836	5034768
2000	800527	541265	630078	525592	630282	489588	733220	384622	484380	928941	798769	489390	10316075
s085.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCell	12Circle
50	19500	13853	16006	13381	16008	12606	17809	5762	12354	23704	20006	12597	265620
100	41455	27882	32253	27103	32259	25453	36557	11202	23740	46442	40552	25440	536319
200	79828	53473	62910	52411	62922	48810	73720	22318	47880	91440	79910	48792	1028474
500	194919	135037	156355	130107	156414	121055	180745	58062	127400	228364	199350	121011	2550739
1000	400821	277238	321060	268646	321160	251429	373423	118276	260880	460264	405524	251346	5297838
2000	816947	552561	639125	534634	639376	499295	746667	234370	511768	931110	809290	499125	10520608

Figure 2: Kết quả bảng **computed_value_table** case s000.kp, s019.kp, s085.kp

s000.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCeil	12Circle
50	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE
100	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
200	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
500	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
1000	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
2000	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
s019.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCeil	12Circle
50	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
100	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE
200	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
500	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
1000	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
2000	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
s085.kp													
testcases	00Uncorrela	01WeaklyCc	02StronglyC	03InverseStr	04AlmostStr	05SubsetSu	06Uncorrela	07SpannerU	08SpannerV	09SpannerS	10MultipleS	11ProfitCeil	12Circle
50	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
100	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE
200	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE
500	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
1000	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
2000	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Figure 3: Kết quả bảng optimal_table case s000.kp, s019.kp, s085.kp

Kết quả bảng optimal là TRUE nếu lời giải trả về là tối ưu, FALSE trong trường hợp còn lại.

4. Kết luận

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. Dựa vào số liệu thống kê trên ta có thể rút ra các nhận xét sau:

- Nhóm test case số 12 thì luôn có số lượng values lớn nhất so với các nhóm test case còn lại.
- Nhóm test case số 6 có số lượng weight lớn nhất ứng với từng kích thước so với các nhóm test case còn lại.
- Nhóm dễ (optimal 4/6): 00Uncorrelated, 01WeaklyCorrelated, 05SubsetSum, 06UncorrelatedWithSimilarWeights.
- Nhóm khó (ngược lại): 02StronglyCorrelated, 03InverseStronglyCorrelated, 04AlmostStronglyCorrelated, 07SpannerUncorrelated, 08SpannerWeaklyCorrelated, 09SpannerStronglyCorrelated, 10MultipleStronglyCorrelated, 11ProfitCeiling, 12Circle.