

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



CS106: TRÍ TUỆ NHÂN TẠO
Solving Knapsack Problems Using Google OR Tools

Họ và tên	Huỳnh Viết Tuấn Kiệt
Mã số sinh viên	20521494
Môn học	Trí tuệ nhân tạo
Mã lớp	CS106.M21
Giảng viên lớp học	TS. Lương Ngọc Hoàng

CHƯƠNG 01. MỤC LỤC

CHƯƠNG 01. MỤC LỤC	2
<u>GIỚI THIỆU 3</u>	
01.01 TỔNG QUAN BÁO CÁO	3
01.02 GIỚI THIỆU BÀI TOÁN KNAPSACK	3
<u>CẤU HÌNH THỰC NGHIỆM</u>	4
01.03 CẤU HÌNH MÁY THỰC NGHIỆM	4
01.04 MÔI TRƯỜNG THỰC NGHIỆM	4
01.05 QUY TRÌNH THỰC NGHIỆM	4
<u>THIẾT LẬP THỰC NGHIỆM</u>	5
01.06 TỔ CHỨC THƯ MỤC	5
01.07 LỰA CHỌN TESTCASE THỰC NGHIỆM	5
01.08 THIẾT LẬP THỜI GIAN TÍNH TOÁN	6
<u>THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ</u>	6
01.09 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM	6
01.10 BIỂU ĐỒ THỜI GIAN	9
01.11 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	9
<u>LƯU KẾT QUẢ</u>	10
01.12 LƯU TRỮ KẾT QUẢ	10
01.13 MÔ HÌNH	10

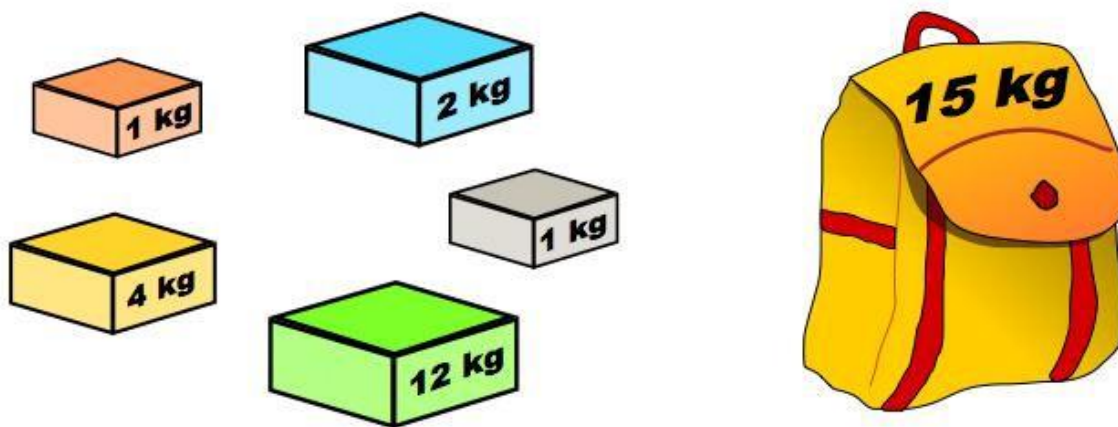
GIỚI THIỆU

01.01 Tổng quan báo cáo

- **GIỚI THIỆU:** Giới thiệu sơ lược vấn đề Knapsack – bài toán cần giải quyết trong báo cáo.
- **CẤU HÌNH THỰC NGHIỆM:** Mô tả cấu hình, môi trường, quy trình thực nghiệm
- **THIẾT LẬP THỰC NGHIỆM:** Mô tả cách tổ chức thư mục, lựa chọn các testcase thực nghiệm và thiết lập giới hạn thời gian
- **THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:** Thống kê kết quả thực nghiệm và phân tích đánh giá độ phức tạp của các nhóm testcase
- **LƯU KẾT QUẢ:** Lưu trữ kết quả và mô hình bài toán

01.02 Giới thiệu bài toán Knapsack

- Bài toán Knapsack còn được biết đến với tên gọi **bài toán xếp ba lô**
- Nội dung bài toán: Một kẻ trộm đột nhập vào một cửa hiệu tìm thấy có n mặt hàng có trọng lượng (weight) và giá trị (value) khác nhau, nhưng hắn chỉ mang theo một cái túi có sức chứa về trọng lượng tối đa là M . Vậy kẻ trộm nên bỏ vào ba lô những món nào và số lượng bao nhiêu để đạt được giá trị cao nhất trong khả năng mà hắn có thể mang đi được.
- Dạng bài toán quyết định của bài toán Knapsack là câu hỏi: “Có thể đạt được một giá trị ít nhất là bao nhiêu theo phát biểu của bài toán”.



Hình 1: Minh họa bài toán Knapsack

CẤU HÌNH THỰC NGHIỆM

01.03 Cấu hình máy thực nghiệm

Device name	DESKTOP-K82MV9G
Processor	Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz
Installed RAM	4.00 GB (3.85 GB usable)
Device ID	C9F1B82C-F81E-4D18-9E0F-CD06AE6D313A
Product ID	00327-35078-54445-AAOEM
System type	64-bit operating system, x64-based processor
Pen and touch	No pen or touch input is available for this display

Hình 2: Cấu hình máy thực nghiệm

01.04 Môi trường thực nghiệm



01.05 Quy trình thực nghiệm

- Lệnh thực thi

```
D:\Workspace-AI\Workspace-KnapsackProblem> cd TuanKiet
```

```
D:\Workspace-AI\Workspace-KnapsackProblem\TuanKiet> python  
Knapsack_OR_Tools\KnapsackOR.py
```

THIẾT LẬP THỰC NGHIỆM

01.06 Tổ chức thư mục

```
[
    'groupTestcases',
    'choose_groupTestcases',
    'Knapsack_OR_Tools',
    'saveResult'
]
```

- groupTestcases: Thư mục chứa các test case được cung cấp theo đường dẫn [likr/kplib: Test instances for knapsack problems \(github.com\)](https://github.com/likr/kplib)
- choose_groupTestcases: Các test case được lựa chọn thực nghiệm
- Knapsack_OR_Tools: Thư mục chứa source giải quyết bài toán
- saveResult: Thư mục lưu kết quả

01.07 Lựa chọn testcase thực nghiệm

- Tiến hành thực nghiệm trên 13 Group, mỗi Group sẽ chọn ra 5 testcases, mỗi testcase tương ứng với số lượng items khác nhau (50 items, 100 items, 200 items, 500 items, 1000 items).

```
filepath = ".\TuanKiet\groupTestcases/" + groupname + '/' + testgroup +  
'/' + Rtestgroup + '/s021.kp'  
  
newfilepath = ".\TuanKiet\choose_groupTestcases/" + groupname + '/' +  
testgroup + ".kp"
```

- Các testcase được chọn có dạng groupname/testgroup/R01000/s021.kp, trong đó:

```
groupname = [  
    '01WeaklyCorrelated',  
    '02StronglyCorrelated',  
    '03InverseStronglyCorrelated',  
    '04AlmostStronglyCorrelated',  
    '05SubsetSum',  
    '06UncorrelatedWithSimilarWeights',  
    '07SpannerUncorrelated',  
    '08SpannerWeaklyCorrelated',  
    '09SpannerStronglyCorrelated',  
    '10MultipleStronglyCorrelated',
```

```

    '11ProfitCeiling',
    '12Circle'
]
testgroup = ['n00050', 'n00100', 'n00200', 'n00500', 'n01000']

```

01.08 Thiết lập thời gian tính toán

- Thời gian tính toán được thiết lập qua biến `time_limit` và được thiết lập với thời gian 2 phút cho mỗi lần chạy

```

time_limit = 120.0
solver.set_time_limit(time_limit)

```

THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

01.09 Kết quả thực nghiệm

Bảng 1: Kết quả thực nghiệm một số test case cho bài toán Knapsack

Group name	Case	Total value	Total weight	Runtime(s)	Optimal
00Uncorrelated	n00050	18331	11457	0	Yes
00Uncorrelated	n00100	37171	25730	0.000508	Yes
00Uncorrelated	n00200	78515	48331	0	Yes
00Uncorrelated	n00500	206712	128495	0.000511	Yes
00Uncorrelated	n01000	407099	248367	0.001521	Yes
01WeaklyCorrelated	n00050	13539	12054	0	Yes
01WeaklyCorrelated	n00100	28042	25469	0.000505	Yes
01WeaklyCorrelated	n00200	54945	49586	0	Yes
01WeaklyCorrelated	n00500	137409	124542	0.001562	Yes
01WeaklyCorrelated	n01000	275845	249664	0.004006	Yes
02StronglyCorrelated	n00050	15567	12067	0.052723	Yes
02StronglyCorrelated	n00100	32470	25470	0.434681	Yes
02StronglyCorrelated	n00200	63678	49578	120.1583	No
02StronglyCorrelated	n00500	159544	124544	120.0504	No
02StronglyCorrelated	n01000	319217	249417	120.0648	No

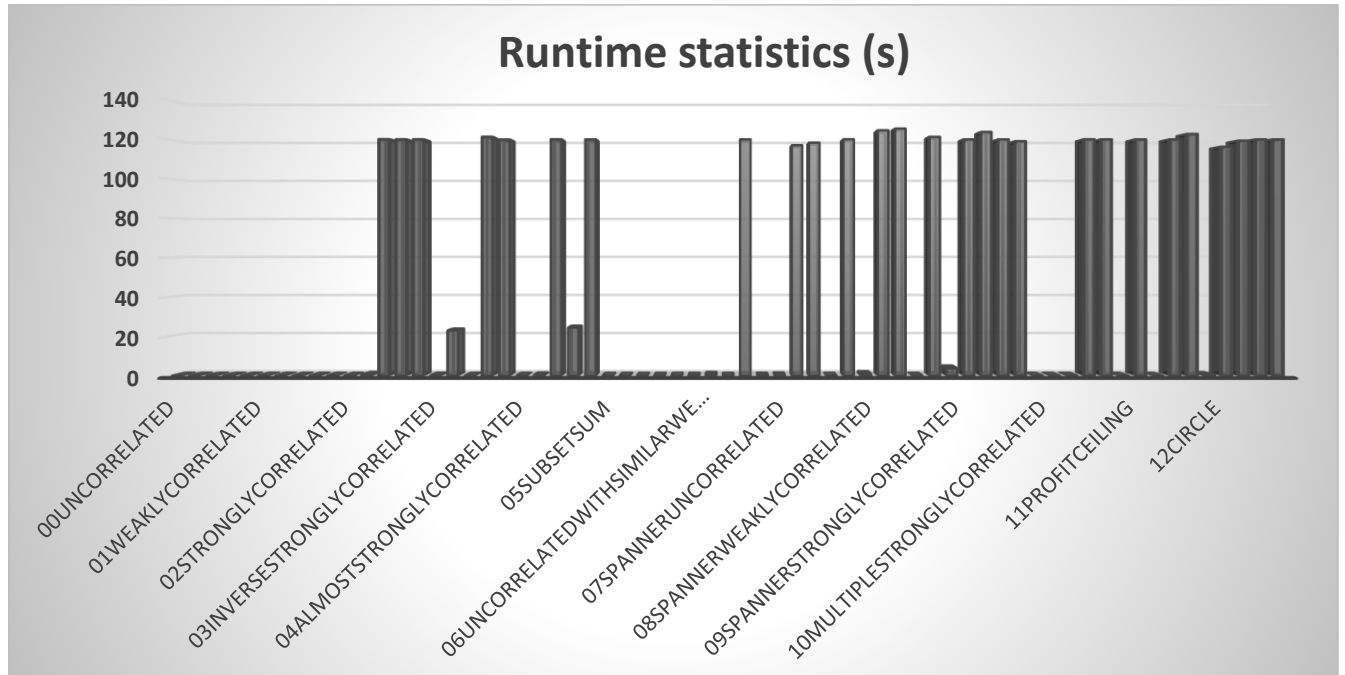
03InverseStronglyCorrelated	n00050	12942	14542	0.062223	Yes
03InverseStronglyCorrelated	n00100	27220	30420	23.00808	Yes
03InverseStronglyCorrelated	n00200	53293	59493	0	Yes
03InverseStronglyCorrelated	n00500	133396	149296	121.3594	No
03InverseStronglyCorrelated	n01000	266766	298666	119.9475	Yes
04AlmostStronglyCorrelated	n00050	15581	12067	0.023824	Yes
04AlmostStronglyCorrelated	n00100	32473	25469	0.194683	Yes
04AlmostStronglyCorrelated	n00200	63712	49592	120.0613	No
04AlmostStronglyCorrelated	n00500	159552	124544	24.49212	Yes
04AlmostStronglyCorrelated	n01000	319354	249553	120.0389	No
05SubsetSum	n00050	12067	12067	0.001548	Yes
05SubsetSum	n00100	25470	25470	0.000508	Yes
05SubsetSum	n00200	49592	49592	0	Yes
05SubsetSum	n00500	124544	124544	0	Yes
05SubsetSum	n01000	249664	249664	0.000506	Yes
06UncorrelatedWithSimilarWeights	n00050	18144	2401260	0.047276	Yes
06UncorrelatedWithSimilarWeights	n00100	38026	4902242	0.480244	Yes
06UncorrelatedWithSimilarWeights	n00200	75455	9904859	0	Yes
06UncorrelatedWithSimilarWeights	n00500	186589	24712444	120.0477	No
06UncorrelatedWithSimilarWeights	n01000	372392	49525290	0.098878	Yes
07SpannerUncorrelated	n00050	8901	7245	0.189851	Yes
07SpannerUncorrelated	n00100	16983	13689	117.0725	Yes
07SpannerUncorrelated	n00200	34703	27097	118.3841	Yes
07SpannerUncorrelated	n00500	87509	68287	0	Yes
07SpannerUncorrelated	n01000	171710	136330	120.0851	No
08SpannerWeaklyCorrelated	n00050	15144	5333	0.921679	Yes
08SpannerWeaklyCorrelated	n00100	28648	10195	124.6450	No
08SpannerWeaklyCorrelated	n00200	56456	20774	125.4895	No
08SpannerWeaklyCorrelated	n00500	142270	52395	0	Yes
08SpannerWeaklyCorrelated	n01000	284688	103111	121.31679	No
09SpannerStronglyCorrelated	n00050	25350	5350	3.816322	Yes
09SpannerStronglyCorrelated	n00100	48280	10180	120.03839	No
09SpannerStronglyCorrelated	n00200	96502	20802	123.79697	No
09SpannerStronglyCorrelated	n00500	242193	52393	120.02068	No

09SpannerStronglyCorrelated	n01000	482856	103156	119.10748	Yes
10MultipleStronglyCorrelated	n00050	19666	12066	0	Yes
10MultipleStronglyCorrelated	n00100	40669	25469	0	Yes
10MultipleStronglyCorrelated	n00200	80390	49590	0.044131	Yes
10MultipleStronglyCorrelated	n00500	201342	124542	120.07681	No
10MultipleStronglyCorrelated	n01000	402460	249660	120.04206	No
11ProfitCeiling	n00050	12060	12067	0.002144	Yes
11ProfitCeiling	n00100	25455	25469	120.02587	No
11ProfitCeiling	n00200	49569	49592	0.011202	Yes
11ProfitCeiling	n00500	124491	124542	120.02996	No
11ProfitCeiling	n01000	249555	249664	122.77845	No
12Circle	n00050	254262	12067	0.386199	Yes
12Circle	n00100	536677	25470	116.33059	Yes
12Circle	n00200	1044950	49592	119.39992	Yes
12Circle	n00500	2624256	124544	120.03647	No
12Circle	n01000	5260647	249664	120.03331	No

– Chú thích màu

Kết quả tối ưu
Kết quả chưa có thể chưa tối ưu

01.10 Biểu đồ thời gian



Hình 3: Biểu đồ thống kê thời gian thực thi của các testcase

01.11 Đánh giá kết quả

- 5 testcase cho mỗi group 0, 1, 5 cho ra lời giải tối ưu với thời gian giải cực kì nhanh. Các nhóm 3, 6, 7 cũng cho kết quả tương đối tốt với việc đưa ra lời giải tối ưu cho 4/5 testcase. Các nhóm 4, 10, 12 chưa đưa ra được toàn bộ testcase trong thời gian 2 phút với 3/5 testcase có thể giải được. Nhóm còn lại gồm 2, 8, 9, 11 với độ phức tạp lớn chỉ tìm ra được 2/5 testcase có kết quả tối ưu trong vòng 2 phút.
- Thống kê ở Bảng 1 chỉ đúng cho 1 lần chạy thực nghiệm và có thể thay đổi tùy vào cấu hình máy và các lần chạy khác nhau.
- Với việc chỉ thực hiện một vài testcase đại diện, kết quả thu được không thể kết luận cho toàn bộ các testcase còn lại nhưng cũng có thể tổng quát gần đúng một phần độ phức tạp của mỗi nhóm testcase

Bảng 2: Đánh giá ước lượng độ khó của mỗi nhóm testcase

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Dễ	✓	✓				✓							
Trung bình				✓	✓		✓	✓			✓		✓
Khó			✓						✓	✓		✓	

LƯU KẾT QUẢ

01.12 Lưu trữ kết quả

- Các kết quả được lưu trữ dưới định dạng file `.txt` và tổng hợp trong file `.csv` ở thư mục `saveResult`

```
TuanKiet
├── choose_groupTestcases
├── groupTestcases
├── Knapsack_OR_Tools
├── saveResult
│   ├── Result.csv
│   └── Result.txt
```

- Format đầu ra file `.txt`

...

```
n00050.kp
Total value = 18331
Total weight: 11457
Packed items: [0, 1, 2, 3, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 18, 19, 20, 21, 23,
26, 27, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48]
Packed_weights: [84, 540, 18, 85, 421, 639, 94, 173, 609, 55, 269,
995, 998, 122, 951, 44, 366, 87, 348, 865, 452, 403, 575, 19, 329,
434, 214, 445, 89, 630, 104]
Runtime: 0.0s
```

...

01.13 Mô hình

- Link truy cập toàn bộ mô hình Knapsack: [HiImKing1509/Knapsack-Problems: Solving Knapsack Problems Using Google OR Tools \(github.com\)](https://github.com/HiImKing1509/Knapsack-Problems-Solving-Knapsack-Problems-Using-Google-OR-Tools)

* *Sources code có tham khảo từ tài liệu của một số thành viên khác và từ các nguồn tài liệu github có sẵn trên Internet*

* *Báo cáo được hoàn thành dựa trên những thực nghiệm và hiểu biết cá nhân, không có sự hỗ trợ từ các nguồn tài liệu bên ngoài*