**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

Logo

Description automatically generated

**ASSIGNMENT 2**

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

***Đề tài:* Solving Knapsack Problems Using Google OR Tools**

***LỚP:*** CS106.N21.KHCL

***GVHD:*** TS. Lương Ngọc Hoàng

***SINH VIÊN:***

Nguyễn Trần Thái Duy - 18520668

4, 2023

**YÊU CẦU ĐỀ TÀI**

*S*ử dụng Google OR Tools nhằm mục đích để giải quyết bài toán Knapsack . Có tổng cộng 13 nhóm test cases (00-12) cho bài toán knapsack . Trong mỗi nhóm, chúng ta cần chọn ra ít nhất 5 test cases (càng nhiều test cases càng tốt) có kích thước khác nhau (ví dụ 50 items, 100 items, 200 items, 500 items, 1000 items,...), và giải các test cases này bằng OR Tools như sau:

1. Chọn một mốc chi phí tính toán phù hợp với máy tính của mỗi bạn (ví dụ tối đa 3 phút cho mỗi lần chạy).
2. Thiết lập thực nghiệm sao cho OR Tools sẽ dừng khi mà thời gian tính toán cho mỗi lần chạy đã sử dụng hết. (Tham khảo set\_time\_limit tại: https://developers.google.com/optimization/reference/algorithms/knapsack\_solver/KnapsackSolver hoặc kiểm tra khi nào vượt quá thời gian cho phép thì dừng chương trình).
3. Lưu lại kết quả của mỗi lần chạy mỗi test case. Lời giải tìm ra có phải là lời giải tối ưu của test case đó hay không?
4. **Lập bảng thống kê**: Tên của mỗi test case, giá trị của lời giải, tổng trọng lượng các items trong lời giải, lời giải tìm ra có phải là tối ưu hay không?
5. Dựa vào kết quả thống kê, kết luận trong 13 nhóm test cases, nhóm nào là dễ và nhóm nào là khó?

**KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM**

Dữ liệu của bảng thông kê dưới đây đều dựa trên kết quả chạy của các test\_case thuộc ***R01000/s060.kp***

**Bảng thống kê**

**Group : 00Uncorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 18578 | 12943 | 0.0 |  |
| 2 | n00100 | 39257 | 22713 | 0.0 |  |
| 3 | n00200 | 77696 | 51976 | 0.0 |  |
| 4 | n00500 | 198601 | 122924 | 0.001 |  |
| 5 | n01000 | 396658 | 254485 | 0.002 |  |
| 6 | n02000 | 810588 | 488215 | 0.011 |  |
| 7 | n05000 | 2006371 | 1250925 | 0.0646 |  |

**Group : 01WeaklyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 18578 | 12943 | 0.0009 |  |
| 2 | n00100 | 39257 | 22713 | 0.0 |  |
| 3 | n00200 | 77696 | 51976 | 0.0009 |  |
| 4 | n00500 | 198601 | 122924 | 0.001 |  |
| 5 | n01000 | 396658 | 254485 | 0.002 |  |
| 6 | n02000 | 810588 | 488215 | 0.011 |  |
| 7 | n05000 | 2006371 | 1250925 | 0.0737 |  |

**Group : 02StronglyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 14899 | 11399 | 0.01 |  |
| 2 | n00100 | 31423 | 24423 | 0.004 |  |
| 3 | n00200 | 61141 | 47141 | 180.034 | X |
| 4 | n00500 | 158565 | 123765 | 180.037 | X |
| 5 | n01000 | 316618 | 246718 | 180.04 | X |
| 6 | n02000 | 640450 | 500950 | 180.031 | X |
| 7 | n05000 | 1582621 | 1230421 | 180.054 | X |

**Group :** **03InverseStronglyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 12274 | 13874 | 17.121 |  |
| 2 | n00100 | 26173 | 29373 | 0.0243 |  |
| 3 | n00200 | 50642 | 57042 | 180.027 | X |
| 4 | n00500 | 132384 | 148384 | 180.0467 | X |
| 5 | n01000 | 264372 | 296272 | 180.086 | X |
| 6 | n02000 | 536090 | 600090 | 180.053 | X |
| 7 | n05000 | 1320255 | 1477455 | 180.020 | X |

**Group :** **04AlmostStronglyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 14906 | 11397 | 7.1243 |  |
| 2 | n00100 | 31403 | 24423 | 0.0023 |  |
| 3 | n00200 | 61176 | 47140 | 179.946 |  |
| 4 | n00500 | 158566 | 123768 | 180.05 | X |
| 5 | n01000 | 316821 | 246858 | 180.03 | X |
| 6 | n02000 | 640537 | 501083 | 180.031 | X |
| 7 | n05000 | 1582183 | 1229969 | 180.007 | X |

**Group : 05SubsetSum**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 11399 | 11399 | 2.02 |  |
| 2 | n00100 | 24423 | 24423 | 0.0005 |  |
| 3 | n00200 | 47141 | 47141 | 0.0 |  |
| 4 | n00500 | 123991 | 123991 | 0.0 |  |
| 5 | n01000 | 246922 | 246922 | 0.002 |  |
| 6 | n02000 | 501411 | 501411 | 0.0069 |  |
| 7 | n05000 | 1230426 | 1230426 | 0.043 |  |

**Group : 06UncorrelatedWithSimilarWeights**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 17068 | 2401270 | 0.002 |  |
| 2 | n00100 | 36217 | 4902375 | 0.16 |  |
| 3 | n00200 | 70787 | 9904863 | 0.004 |  |
| 4 | n00500 | 183523 | 24712416 | 180.03 | X |
| 5 | n01000 | 367310 | 49525804 | 17.87 |  |
| 6 | n02000 | 744536 | 99049404 | 180.04 | X |
| 7 | n05000 | 1854891 | 247625357 | 180.03 | X |

**Group : 07SpannerUncorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 5972 | 6455 | 14.026 |  |
| 2 | n00100 | 12060 | 13180 | 167.81 |  |
| 3 | n00200 | 24832 | 27880 | 180.05 | X |
| 4 | n00500 | 63072 | 68276 | 49.294 |  |
| 5 | n01000 | 126356 | 136421 | 180.060 | X |
| 6 | n02000 | 248468 | 265537 | 180.02 | X |
| 7 | n05000 | 621888 | 664330 | 180.029 | X |

**Group :** **08SpannerWeaklyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 12457 | 5280 | 24.22 |  |
| 2 | n00100 | 25338 | 10712 | 181.50 | X |
| 3 | n00200 | 52767 | 22308 | 180.04 | X |
| 4 | n00500 | 131856 | 55744 | 180.367 | X |
| 5 | n01000 | 263958 | 111592 | 180.04 | X |
| 6 | n02000 | 516846 | 218504 | 180.043 | X |
| 7 | n05000 | 1293468 | 546832 | 180.027 | X |

**Group : 09SpannerStronglyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 20752 | 5252 | 23.7 |  |
| 2 | n00100 | 42152 | 10552 | 0.317 |  |
| 3 | n00200 | 86184 | 22284 | 180.0 | X |
| 4 | n00500 | 223912 | 55712 | 180.027 | X |
| 5 | n01000 | 449664 | 111564 | 180.01 | X |
| 6 | n02000 | 889272 | 218472 | 180.01 | X |
| 7 | n05000 | 2227440 | 546840 | 180.012 | X |

**Group : 10MultipleStronglyCorrelated**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 19094 | 11394 | 7.843 |  |
| 2 | n00100 | 39920 | 24420 | 0.4869 |  |
| 3 | n00200 | 78436 | 47136 | 24.71 |  |
| 4 | n00500 | 200790 | 123990 | 180.032 | X |
| 5 | n01000 | 402215 | 246915 | 27.95 |  |
| 6 | n02000 | 809408 | 501408 | 180.04 | X |
| 7 | n05000 | 2003872 | 1230272 | 180.03 | X |

**Group : 11ProfitCeiling**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 11391 | 11399 | 9.619 |  |
| 2 | n00100 | 24414 | 24421 | 180.034 | X |
| 3 | n00200 | 47118 | 47140 | 180.048 | X |
| 4 | n00500 | 123930 | 123991 | 180.10 | X |
| 5 | n01000 | 246822 | 246920 | 180.03 | X |
| 6 | n02000 | 501216 | 501410 | 180.021 | X |
| 7 | n05000 | 1229934 | 1230425 | 180.01 | X |

**Group :** **12Circle**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Test Case** | **Giá trị của lời giải** | **Tổng trọng lượng** | **Thời gian(s)** | **Lời giải tối ưu** |
| 1 | n00050 | 240187 | 11399 | 5.6 |  |
| 2 | n00100 | 514616 | 24423 | 183.74 | X |
| 3 | n00200 | 988797 | 46927 | 95.70 |  |
| 4 | n00500 | 2612609 | 123991 | 180.06 | X |
| 5 | n01000 | 5202881 | 246922 | 180.05 | X |
| 6 | n02000 | 10565209 | 501411 | 180.02 | X |
| 7 | n05000 | 25926226 | 1230426 | 180.01 | X |

**NHẬN XÉT**

Dựa vào bảng thống kê trên ta thấy được độ khó của từng nhóm test case như sau :

* Dễ : 00Uncorrelated, 01WeaklyCorrelated, 05SubsetSum .
* Trung bình: 04AlmostStronglyCorrelated, 06UncorrelatedWithSimilarWeights,

07SpannerUncorrelated, 10MultipleStronglyCorrelated

* Khó : 02StronglyCorrelated, 03InverseStronglyCorrelated , 08SpannerWeaklyCorrelated, 09SpannerStronglyCorrelated, 11ProfitCeiling , 12Circle .

Độ khó của việc giải bài toán Knapsack phụ thuộc vào nhiều yếu tố , bao gồm có kích thước , sức chứa và cả tính chất của vật phẩm . Dễ dàng đoán được với số lượng items càng tăng thì tỉ lệ trả về kết quả tối ưu càng giảm. Nhưng số lượng items không phải là tất cả, mà còn là tính chất của từng loại test case gây khó khăn cho thuật toán mà ảnh hưởng đến khả năng tìm ra lời giải tối ưu .