

Métodos de Apoio à Decisão - Trabalho 2

Miguel GOMES e Pedro ANTUNES

June 5, 2020



up201505151

up201507254

Instructor: João Pedro Pedroso

1 Introdução

Uma nova startup UPzon começa um negócio de cacifos para a entrega de pacotes. Os seus clientes podem escolher entre as suas encomendas serem entregues em casa ou colocadas num cacifo na sua vizinhança. O objectivo neste trabalho é fazer um modelo de simulação para um sistema de 120 dias, para cada um dos cenários referentes à compensação oferecida a OC's (de occasional couriers, OC's). O programa está escrito em Python, uma linguagem de alto nível.

1.1 Conceitos importantes

1.1.1 Probabilidade do destinatário se tornar OC, conforme a compensação:

Esta tabela demonstra a probabilidade de cada destinatário, que levante a sua encomenda no cacifo, se tornar OC em conformidade com a sua compensação.

| Compensation | Probability |
|--------------|-------------|
| 0.0 € | 1% |
| 0.5 € | 25% |
| 1.0 € | 50% |
| 1.5 € | 60% |
| 1.8 € | 75% |

Tabela de probabilidade conforme a compensação

1.1.2 Conservação do fluxo a cada período:

No diagrama de fluxo que se segue observam-se todos os movimentos possíveis por cada dia. Através da análise deste diagrama, é possível ter conhecimento dos pacotes que chegam para home delivery (entrega em casa), dos pacotes que chegam para serem levantados no cacifo e ainda dos pacotes que não foram levantados no dia anterior. Para além disso, é ainda possível saber quais os pacotes que, no final do dia, não foram levantados e ficaram, dessa forma, para o dia seguinte. O diagrama seguinte, permite ainda saber quais pacotes foram recolhidos pelo destinatário, quais foram para home delivery pelos OC's e quais foram entregues por profissionais.

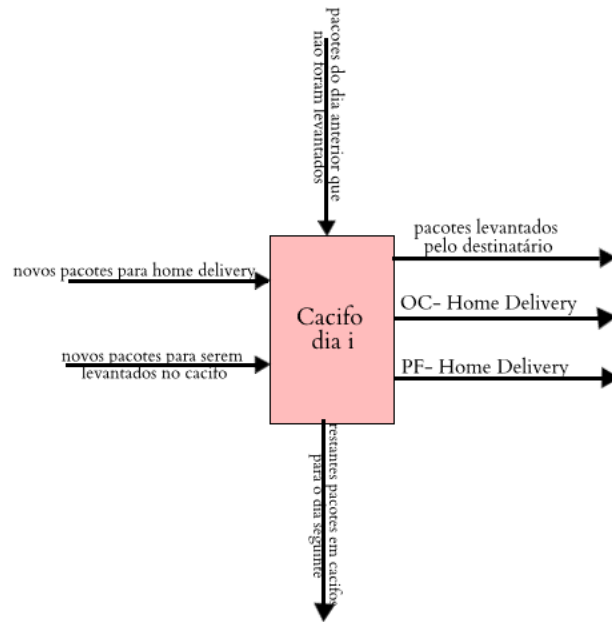


Diagrama de fluxo

2 Problema

Os pacotes antes de serem entregues em casa são colocados em cacifos. Os pacotes podem ser levantados nos cacifos ou entregues em casa, sendo que para as pessoas que levantam as suas encomendas nos cacifos a startup oferece o programa OC. Este programa permite a essas pessoas levantar/levar uma encomenda para o seu vizinho, oferecendo um desconto na entregue seguinte, Caso estes OC's se recusarem a entregar as encomendas, esta entrega terá de ser realizada por profissionais, com um custo de 1€ por pacote ate 10 entregas e 2€ por pacote para as restantes encomendas. O numero de entregas num exato dia é de 10 a 50 entregas. Todas as encomendas têm uma probabilidade de entrega em casa ou no cacifo de 50%. A probabilidade de uma encomenda ser levantada do cacifo pelo seu destinatário é de 75%.

2.1 Eventos

Cada dia tem várias situações que causam uma alteração instantânea no estado do sistema. Neste caso:

2.1.1 Geração de novos pacotes:

Todos os dias os cacifos são preenchidos por pacotes, que podem ser novos pacotes ou pacotes que não foram levantados no dia anterior. Na geração de novos pacotes, sabe-se que há 50% de probabilidade de serem pacotes para levantamento no cacifo e 50% de probabilidade de serem pacotes para home delivery.

2.1.2 Realização de entregas por dia:

Os pacotes que são entregues num exato dia são os pacotes que chegaram ao cacifo no exato dia anterior. Nesta parte, os pacotes foram redistribuídos, nomeadamente os que serão levantados pelos destinatários, tendo em conta a probabilidade de serem ou não levantados, e os que serão entregues em casa. Dentro dos pacotes que serão entregues em casa, é também necessário redistribuir os pacotes que serão entregues em casa pelos OC's e pelos profissionais, dando prioridade aos OC's.

2.1.3 Cálculo do intervalo de confiança:

O cálculo do intervalo de confiança permite a atribuição de uma margem mínima e de uma margem máxima ao valor de custo, consoante as compensações dadas aos OC's. É feito tendo como base uma amostra de 10000 observações para cada compensação dada aos OC's

3 Questão 1

3.1 Modelação de otimização matemática

3.1.1 Dados do Problema:

| | | |
|----------------------|-------------------|--|
| N | | numero de possiveis compensações |
| days | | numero de dias |
| O | | numero de observações |
| $lowerCost_i$ | $\forall i \in N$ | menor valor de custo |
| $lowerPacks_i$ | $\forall i \in N$ | menor valor de pacotes |
| $upperCost_i$ | $\forall i \in N$ | maior valor de custo |
| $upperPacks_i$ | $\forall i \in N$ | maior valor de pacotes |
| $compensationOC_i$ | $\forall i \in N$ | valores de compensação a OC's |
| $compensationProb_i$ | $\forall i \in N$ | valores de prob de adesão conforme |
| $probDest = 75$ | | prob de o pacote ser levantado pelo destinatário (%) |
| $ic = 99\%$ | | percentagem de confiança |

3.1.2 Implementação Python:

A implementação deste problema foi realizado em python, o código encontra-se no ficheiro .py. Este ficheiro é responsável por realizar a simulação do problema e por aplicar o modelo correspondente ao problema. Para toda a simulação foi utilizado o Método da Roleta, método em que é determinada a probabilidade acumulada em cada evento de um dia, e que com o auxílio de um número aleatório gerado pela máquina é determinada a decisão que se toma face a esse evento.

Este ficheiro é usado ainda para mostrar os dados obtidos após o resultado do problema, tais dados serão mostrados em dois ficheiros criados pelo próprio .py, mais concretamente, stats.sol e simulation.sol

3.1.3 Ficheiro simulation.sol:

Este ficheiro apresenta os outputs das várias observações simuladas, incluindo os valores de novos pacotes, o número de entregas com a respectiva divisão, a acumulação de entregas realizadas por cada e ainda o custo e estado de cada cacifo.

| OBSERVATION 1 COMPENSATION 0.0 € | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|------|------|------------|----|------|------------------------|----|------|-------|------|---------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DAY | NEW PACKAGES | | | DELIVERIES | | | ACCUMULATED DELIVERIES | | | COSTS | | | LOCKER | STATUS |
| | total | home | lckr | pf | oc | lckr | pf | oc | lckr | pf | oc | cost | home | lckr |
| 1 | 25 | 9 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9 | 16 |
| 2 | 32 | 14 | 18 | 9 | 0 | 13 | 9 | 0 | 13 | 9.00 | 0.00 | 9.00 | 14 | 21 |
| 3 | 40 | 18 | 22 | 13 | 1 | 16 | 22 | 1 | 29 | 16.00 | 0.00 | 25.00 | 18 | 27 |
| 117 | 42 | 23 | 19 | 9 | 0 | 19 | 1707 | 23 | 1826 | 9.00 | 0.00 | 2334.00 | 23 | 22 |
| 118 | 34 | 15 | 19 | 23 | 0 | 17 | 1730 | 23 | 1843 | 36.00 | 0.00 | 2370.00 | 15 | 24 |
| 119 | 27 | 20 | 7 | 14 | 1 | 17 | 1744 | 24 | 1860 | 18.00 | 0.00 | 2388.00 | 20 | 14 |
| 120 | 26 | 15 | 11 | 20 | 0 | 8 | 1764 | 24 | 1868 | 30.00 | 0.00 | 2418.00 | 15 | 17 |

valores para a observação 1 no ficheiro simulation.sol

| OBSERVATION 10000 COMPENSATION 1.8 € | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------|------|------------|----|------|------------------------|------|------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DAY | NEW PACKAGES | | | DELIVERIES | | | ACCUMULATED DELIVERIES | | | COSTS | | | LOCKER | STATUS |
| | total | home | lckr | pf | oc | lckr | pf | oc | lckr | pf | oc | cost | home | lckr |
| 1 | 48 | 20 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20 | 28 |
| 2 | 23 | 12 | 11 | 2 | 18 | 21 | 2 | 18 | 21 | 2.00 | 32.40 | 34.40 | 12 | 18 |
| 3 | 18 | 12 | 6 | 0 | 12 | 17 | 2 | 30 | 38 | 0.00 | 21.60 | 56.00 | 12 | 7 |
| 117 | 14 | 7 | 7 | 0 | 4 | 13 | 501 | 1222 | 1734 | 0.00 | 7.20 | 2731.60 | 7 | 10 |
| 118 | 39 | 21 | 18 | 4 | 3 | 4 | 505 | 1225 | 1738 | 4.00 | 5.40 | 2741.00 | 21 | 24 |
| 119 | 15 | 8 | 7 | 12 | 9 | 13 | 517 | 1234 | 1751 | 14.00 | 16.20 | 2771.20 | 8 | 18 |
| 120 | 10 | 7 | 3 | 0 | 8 | 16 | 517 | 1242 | 1767 | 0.00 | 14.40 | 2785.60 | 7 | 5 |

valores para a observação 10000 no ficheiro simulation.sol

3.1.4 Solução alínea a e b:

Correndo o ficheiro .py, obtém-se o valor mínimo e o valor máximo de custo para cada compensação, assim como o número máximo de pacotes em simultâneo no cacifo associado às diferentes compensações. Estes valores encontram-se ilustrados na figura que se segue.

| STATISTICAL ANALYSIS | | | | | |
|----------------------|---|---------|---------|----------|----|
| COMPENSATION | | COST | | PACKAGES | |
| 0.0 | € | 2437.52 | 2444.19 | 58 | 58 |
| 0.5 | € | 1934.85 | 1940.41 | 58 | 58 |
| 1.0 | € | 1944.43 | 1949.21 | 58 | 58 |
| 1.5 | € | 2406.58 | 2411.78 | 58 | 58 |
| 1.8 | € | 2831.82 | 2837.67 | 58 | 58 |

4 Questão 2

4.1 problema

Determinar a melhor compensação a oferecer aos OC's.

4.1.1 Solução:

Correndo o ficheiro .py, obtemos dois ficheiros, stats.sol e simulation.sol. Através do ficheiro stats.sol é possível verificar que de entre as várias compensações atribuídas aos OC's (0.0€, 0.5€, 1.0€, 1.5€ e 1.8€), a mais vantajosa é a de 0.5€, uma vez que o intervalo de custo é mais vantajoso, o preço inferior 1934.85€ e o preço superior 1940.41€ são os mais baixos de todas as compensações para os OC's.

| STATISTICAL ANALYSIS | | | | | |
|----------------------|---|---------|---------|----------|----|
| COMPENSATION | | COST | | PACKAGES | |
| 0.5 | € | 1934.85 | 1940.41 | 58 | 58 |

Parte do output presente no ficheiro stats.sol