

Mestrado Integrado em Engenharia Física
Dados e Computação
1º Ano
Ano letivo 2020/2021
Projeto Prático

Controlo de Proliferação Pandémica

19/4/2021

1. Pandemia

Há quem argumente que a pandemia covid-19 será a primeira de muitas num futuro razoavelmente próximo. Recentemente têm surgido aplicações de rastreamento para ajudar no controlo da propagação da doença.

Neste contexto pretendemos desenvolver uma ferramenta para simular a propagação de um vírus e detectar surtos, ajudando na prevenção das diferentes doenças. A aplicação a desenvolver deve representar uma rede de contactos onde há o registo de pessoas e dos seus contactos sociais (por proximidade física).

Os potenciais doentes são cidadãos de diferentes faixas etárias, tendo alguns maior capacidade de transmissão de uma doença e sendo outros doentes de mais alto risco. Quando um cidadão testa positivo a um vírus podemos usar os seus contactos sociais para estimar a propagação da doença. A proximidade entre pessoas permite aferir se há uma probabilidade de infeção. Registar um teste positivo de uma pessoa a um vírus específico implica para a nossa aplicação uma simulação da possível propagação desse vírus pelos contactos sociais dessa pessoa.

Este projeto centra-se no objetivo de simular a propagação do vírus SARS-cov-II da pandemia covid19.

1.1 Pacientes

Para cada pessoa deve ser registado um identificador (código), sinalizar se está infetado pelo vírus da covid19, a data do teste positivo, a sua lista de sintomas, a sua lista de contatos sociais ocorridos e a localização onde ocorreu esse contacto social (num sistema cartesiano de coordenadas). Os contactos têm uma etiqueta temporal associada para documentar a ocorrência (data e hora). Estes contactos podem ser negligenciados quando ocorreram a uma distância temporal superior a uma dada data.

1.2 Vírus

Há vários tipos de vírus e.g. *Retrovírus*, *Coronavírus* e *Adenovírus*. Cada um tem o seu próprio potencial de transmissão. Para o projeto este potencial é representado por uma probabilidade de transmissão (infecção). Iremos designar esta probabilidade por T_0 , tendo cada vírus um valor de T_0 específico.

O SARS-Cov-2 tem T_0 de 0.75. Cada vírus tem também uma probabilidade de originar numa pessoa infectada um determinado tipo de sintomas.

O vírus tem também associado o número de dias durante os quais uma pessoa infetada está capaz de infetar os outros, i.e., o tamanho da janela temporal de infeção e os sintomas que é capaz de provocar numa pessoa infetada (com a respetiva probabilidade). O tamanho desta janela para os Coronavírus é de 14 dias.

Dependendo da estação do ano, os vírus variam a sua capacidade de infeção. Os Coronavírus aumentam em 25% a sua capacidade entre os meses de Novembro e Fevereiro (inclusive) e diminuem 15% entre Junho e Setembro (inclusive).

1.3 Propagação

Quando uma pessoa testa positivo a um vírus, o programa tem de propagar a infeção pelos seus contactos dentro da janela temporal do vírus em questão i.e. se o intervalo entre a data do teste e a data do contacto respeita a janela temporal.

A infeção só ocorre quando a probabilidade de ocorrência é superior a um valor específico (*threshold*) que varia ao longo da faixa etária do potencial infetado. O modelo epidemiológico é extremamente simplista, sendo esta probabilidade de ocorrência (infeção) calculada pelo produto da probabilidade (capacidade) de infeção do vírus com a probabilidade do agente transmissor (pessoa infetada) infetar uma pessoa.

Há quatro tipos de pessoas, correspondendo a três diferentes faixas etárias e a pessoas com outras comorbidades: *Jovens*, *Adultos*, *Doentes* e *Idosos*. Os jovens têm um valor de “threshold” de 0.92, os adultos de 0.60, os doentes de 0.45 e os idosos de 0.50. Por outro lado, a capacidade (probabilidade) de infetar/contaminar outras pessoas é para os jovens de 0.85, para os adultos de 0.70, para os doentes de 0.65 e para os idosos de apenas 0.50.

1.4 Sintomas

Cada vírus tem também uma probabilidade de originar numa pessoa infetada um determinado tipo de sintomas.

A lista de sintomas possíveis para todos os vírus é a seguinte: tosse seca, febre, febre alta ($> 39^{\circ}\text{C}$), náuseas, diarreia, cefaleias, dores musculares, cansaço geral, dificuldades respiratórias, nariz entupido, dores de garganta, perda de paladar ou olfato, dor no peito, vômitos, espirros, olhos húmidos.

Os sintomas presentes numa pessoa dependem do vírus em questão. Cada vírus tem uma probabilidade específica de provocar um sintoma (a ser definido pelo utilizador da aplicação para cada vírus).

A forma de avaliar se uma pessoa exhibe um sintoma é através do produto da probabilidade do sintoma no vírus pelo *threshold* da pessoa. A pessoa exhibe esse sintoma se este produto for superior a 0.5.

1.5 Hospitalizados

Dependendo do tipo e número de sintomas, uma pessoa pode exigir cuidados hospitalares.

Alguém é hospitalizado se tiver pelo menos um dos seguintes sintomas: dificuldades respiratórias, febre alta, dor no peito.

As pessoas hospitalizadas têm de estar registadas numa lista própria.

1.6 Quarentena e Cura

Indivíduos infetados ficam curados ao fim de uma quarentena. Cada vírus específico vai exigir um número diferente de dias necessários até à cura. O SARS-Cov-II exige 14 dias de quarentena.

2. Objetivos

Desenvolva um programa em Python (que pode ser no ambiente Jupiter notebook) que permita representar as entidades acima descritas e responda às solicitações dos seguintes requisitos:

I - Gestão da estrutura de dados

A sua aplicação deverá permitir realizar as seguintes operações básicas de gestão dos dados.

1. Registrar pessoas e sua informação (id, adicionar novos contactos, etc).
2. Permitir registar a infeção de uma pessoa i.e. registar o resultado positivo de um vírus por uma pessoa.
3. Ver o estado total de uma determinada pessoa (estado de infeção, sintomas, contactos, etc).

II - Simulação

A sua aplicação deverá permitir realizar as seguintes operações com base numa simulação, de acordo com os princípios apresentados anteriormente.

1. Contabilizar o efeito que uma pessoa infetada tem na população geral i.e. nos seus contactos e nos contactos dos contactos, infeções, sintomas, etc. Atenção ao problema dos ciclos, ou seja o algoritmo a implementar tem que ter a capacidade de parar!
2. Aquando da infeção de uma certa pessoa a aplicação deve derivar os sintomas que vai exibir (seguindo o modelo probabilístico descrito atrás).
3. Produzir uma lista de pessoas hospitalizadas. Relembre que: um paciente com dificuldades respiratórias *ou* febre alta *ou* dor no peito tem de ser hospitalizado.
4. Calcular o número de infetados.
5. Calcular o número de pessoas que exibem um conjunto de sintomas dados.

As fases I e II serão avaliadas para um máximo de 16 valores. A fase seguinte dará acesso ao total da pontuação (20 valores).

III - Valorização

Poderá acrescentar um ou mais dos seguintes pontos à sua aplicação (a ordem não tem de ser respeitada).

1. Deve agora ser possível registar na estrutura de dados informação de geolocalização. A ocorrência dos contactos sociais deve ser registada com esta informação (simplificada). Isto possibilitará a identificação de surtos: fornecidos um ponto (num sistema cartesiano) e um raio, identificar as pessoas com infeção ativa dentro do círculo com centro naquele ponto e o raio dado.
2. Dados três códigos de identificação, construir a lista com os IDs dos contactos comuns às três pessoas.

3. Desenvolver a sua aplicação em ambiente exterior aos Notebooks Jupyter, na linha de comando, com um sistema de menus.
4. Finalmente, o programa deve permitir gerir a situação para vários vírus dentro dos tipos descritos (retrovírus, adenovírus e Corono).

3. Grupos de trabalho

Os grupos devem ser formados por 2 ou 3 elementos. Os elementos dos grupos devem-se inscrever através da plataforma Blackboard. Esta inscrição deve ser feita o mais rápido possível.

4. Submissão e Apresentação

Os trabalhos deverão ser submetidos via Blackboard até à data limite a definir. Serão sujeitos a uma apresentação on-line com todos os elementos do grupo presentes. Será publicada no blackboard uma lista com a data e horário de apresentação de cada grupo.

NOTA: Este enunciado é baseado parcialmente num cenário real não sendo uma fiel representação da situação pandémica atual. Assim, a resolução deve seguir estritamente o enunciado e não cair na preocupação de tentar capturar especificidades da realidade de uma pandemia.

O programa deve conter um conjunto de menus correspondentes aos requisitos anteriormente descritos, permitindo ao utilizador navegar pelas diferentes funcionalidades do programa.