

Algoritmos II - Trabalho Prático I

Bruno Buti Ferreira Guilherme
Ricardo Shen

1 Introdução

Neste projeto, foi apresentado o problema de implementar, em Python, um sistema consulta de bares e restaurantes em Belo Horizonte programado, a partir de dados públicos oferecidos pela prefeitura. Neste caso, as buscas são feitas a partir de um sistema interativo a partir do mapa do município, em que o usuário seleciona uma determinada região retangular e recebe de volta todos os estabelecimentos registrados naquela região. Para tal, foi implementada e utilizada uma estrutura de dados conhecida como árvore K-dimensional (Kd Tree), especializada para armazenamento e busca de dados com coordenadas espaciais, de modo a garantir uma execução mais rápida e eficiente do programa.

2 Implementação

2.1 Estruturas Auxiliares

Antes de começar programar a árvore, são necessárias algumas estruturas com o objetivo de modularizar e facilitar a implementação da classe principal da Kd Tree.

2.1.1 Info

Representação dos dados importantes do estabelecimento, como nome registrado, nome fantasia e seu endereço.

```
1 class Info:
2     def __init__(self, date, addr, name, ficname, has_license,
3         id_ativ_econ_estabelecimento = None):
4         self.date = date
5         self.address = addr
6         self.name = name
7         self.ficname = ficname
8         self.has_license = has_license
9         self.id_ativ_econ_estabelecimento = id_ativ_econ_estabelecimento
```

2.1.2 Point

Representação de um estabelecimento no espaço geográfico bidimensional. Nesta e em outras classes foi usada a biblioteca Numpy (np) para otimizar a implementação dessas estruturas. Apresenta métodos x e y para retornar as respectivas coordenadas do ponto.

```
1 class Point:
2     def __init__(self, data, x = 0.0, y = 0.0):
3         self.data = data
4         self.point = np.array([x, y], dtype = np.float64)
5
6     @property
7     def x(self):
8         return self.point[0]
9
10    @property
```

```

11 def y(self):
12     return self.point[1]

```

2.1.3 Rectangle

Representao de uma rea retangular no espao, utilizando como base um vrtice inferior esquerdo e um vrtice superior direito. Apresenta mtodos *contains* para determinar se um determinado ponto P est contido no retngulo e *intersect_axis* para determinar se ele intersecciona algum dos eixos de separao dos ns da rvore.

```

1 class Rectangle:
2     def __init__(self, p1, p2):
3         self.ll = np.array([min(p1.x, p2.x), min(p1.y, p2.y)], dtype = np.float64)
4         self.ur = np.array([max(p1.x, p2.x), max(p1.y, p2.y)], dtype = np.float64)
5
6     def contains(self, p):
7         return self.ll[0] <= p.x <= self.ur[0] and self.ll[1] <= p.y <= self.ur[1]
8
9     def intersect_axis(self, p, axis):
10        return self.ll[axis] <= p, self.ur[axis] >= p

```

2.1.4 Node

Representao da estrutura fundamental que armazena os dados e a organizao hierrquica da rvore. So guardados ponteiros para as subrvores da esquerda e da direita, caso existam, assim como informaes do eixo de diviso e o valor da coordenada em que a segmentao foi realizada.

```

1 class Node:
2     def __init__(self, point, axis, left = None, right = None):
3         self.point = point
4         self.axis = axis
5         self.left = left
6         self.right = right
7         self.split = point.point[axis]

```

2.2 KdTree

Estrutura de organizao espacial dos estabelecimentos, permitindo buscas rpidas a partir de uma regio retangular. armazenado apenas um nico n, a raz da rvore, a partir de onde todas as inseres e buscas soro realizadas. Apresenta o mtodo *__len__* para retornar o tamanho da rvore em uma chamada usando a funo *len()*

```

1 class KdTree:
2     def __init__(self, points, depth = 0):
3         self.root, self.len = self.build_tree(list(points), depth)
4
5     def __len__(self):
6         return self.len

```

2.2.1 Mtodo build_tree

Mtodo utilizado para construir a rvore recursivamente a partir de uma lista de pontos. As inseres so iniciadas pela raz e a cada chamada, a lista de pontos particionada a partir da sua mediana, utilizada como o ponto armazenado pelo n atual, com cada sublista sendo passada como parmetro para a construo das subrvores da direita e da esquerda. As segmentaes recursivas so encerradas quando a lista de pontos totalmente consumida.

```

1  def build_tree(self, points, depth):
2      if not points:
3          return None, 0
4
5      k = 2
6      axis = depth % k
7
8      coords = np.array([p.point[axis] for p in points])
9      median_idx = len(points) // 2
10
11     partition_idxs = np.argpartition(coords, median_idx)
12     points = [points[i] for i in partition_idxs]
13     median = points[median_idx]
14
15     left_node, left_len = self.build_tree(points[:median_idx], depth + 1)
16     right_node, right_len = self.build_tree(points[median_idx + 1:], depth +
17     1)
18     node = Node(median, axis, left = left_node, right = right_node)
19
20     return node, left_len + right_len + 1

```

2.2.2 Mtodo search

Mtodo utilizado para realizar a consulta ortogonal dos pontos baseados em uma rea retangular. A busca feita recursivamente a partir de cada subrvore. Se um determinado n pertence regio dada, ele adicionado uma lista de pontos encontrados. Em seguida, os ns da direita e da esquerda so analisados recursivamente, at que no hajam mais pontos a serem explorados. Diferentemente de uma busca linear por um vetor ou por uma lista encadeada, a estrutura da Kd Tree permite que a consulta seja guiada a partir dos dados geogrficos, evitando comparaes desnecessrias com pontos claramente fora do escopo fornecido. Essa caracterstica da rvore garante operaes de busca rpidas e eficientes, especialmente em situaes com milhares de pontos, como neste trabalho. O tamanho da rvore tambm feito recursivamente neste mtodo.

```

1  def search(self, search_area):
2      in_range = []
3
4      def search_recursive(node):
5          if node is None:
6              return
7
8          if search_area.contains(node.point):
9              in_range.append(node.point)
10
11         left_intersect, right_intersect = search_area.intersect_axis(node.split,
12         node.axis)
13
14         if left_intersect:
15             search_recursive(node.left)
16
17         if right_intersect:
18             search_recursive(node.right)
19
20     search_recursive(self.root)
21     return in_range

```

3 Filtragem de dados

Para otimizar o tempo de processamento anterior insero dos dados na rvore, foi realizado uma pr-filtragem de todos os estabelecimentos, armazenando em um arquivo CSV apenas os pontos de interesse, bares e restaurantes. Primeiramente, os dados foram baixados diretamente do link fornecido pela prefeitura de Belo Horizonte. A partir de l, o CSV foi separado em linhas contendo informaes dos estabelecimentos e a linha especifica contendo a representao de cada coluna. Em seguida, os valores nicos na coluna de *DESCRICAO_CNAE_PRINCIPAL* foram separados e filtrados para manter apenas aqueles que se referem a restaurantes ou bares. Por fim, o dataset original foi novamente filtrado em um novo, contendo apenas os estabelecimentos que se encaixam na descrio, e salvo em um novo arquivo. Todas as operaes na rvore so realizadas a partir do CSV contendo apenas os dados j tratados. Ao total, o nmero de linhas aps a manipulao desceu de cerca de 534 mil para menos de 18 mil.

4 Aplicativo Web

O sistema de consultas foi programado utilizando principalmente o framework Dash, designado para a criao de sistemas web interativos. A visualizao principal de um mapa de Belo Horizonte, com ferramentas de movimentao e seleo de regies retangulares. A partir desta, possvel desenhar a rea sobre a qual deseja-se realizar a busca ortogonal dos estabelecimentos, utilizando a estrutura da Kd Tree demonstrada anteriormente

Os dados so carregados e a rvore de consulta construda

```
1 points = kdtree.parse_csv('dados.csv')
2 tree = kdtree.KdTree(points)
3 points = []
4 bares_info = kdtree.parse_bares_completos_csv('bares.csv')
```

Utilizando o mapa interativo da cidade de BH, o usurio pode desenhar retngulos, que filtraro e exibiro todos os bares e restaurantes cadastrados dentro daquele espao

```
1 def filter_points(geojson):
2     if not geojson or not geojson.get("features"):
3         return [point_to_dict(p) for p in points], make_markers(points)
4     coords = geojson["features"][0]["geometry"]["coordinates"][0]
5     lats = [pt[1] for pt in coords]
6     lons = [pt[0] for pt in coords]
7     lat_min, lat_max = min(lats), max(lats)
8     lon_min, lon_max = min(lons), max(lons)
9     ll = kdtree.Point(None, lon_min, lat_min)
10    ur = kdtree.Point(None, lon_max, lat_max)
11    filtered = tree.search(kdtree.Rectangle(ll, ur))
12
13    return [point_to_dict(p) for p in filtered], make_markers(filtered)
```

Alm disso, ao passar o cursor sobre certos pontos, so exibidas informaes referentes aquele estabelecimento na campanha Comida di Buteco

```
1 def get_bar_extra_info(point: kdtree.Point) -> str:
2     bar_id = getattr(point.data, "id_ativ_econ_estabelecimento", None)
3     info = bares_info.get(bar_id)
4     if info:
5         return (
6             f"<b>{info['Nome']}</b><br>"
7             f"<a href='{info['Link Detalhes']}'\" target=\"_blank\">Ver
              detalhes</a><br>"
8             f"<b>Prato:</b> {info['Nome Petisco']}<br>"
9             f"<b>Descri o:</b> {info['Descricao']}<br>"
10            f"<b>Endere o:</b> {info['Endereco']}<br>"
11            f"<img src='{info['Link Imagem']}'\" width='150'>"
12        )
13    return point.data.name
```