Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Algoritmos e Estrutura de Dados II
Trabalho da I Unidade

Um sistema de navegação primitivo

- Neste EP, você produzirá um sistema de navegação simples (um "GPS").
- Os dados geográficos que você usará vêm do projeto OpenStreetMap (OSM). Leia um pouco sobre esse projeto na entrada correspondente da Wikipedia. Naturalmente, veja também a página da própria OSM.
- O produto final que você deve produzir é um sistema que, dados dois pontos *s* e *t*, encontra um caminho mais curto de *s* para *t*.

Como proceder

Arquivos XML de mapas OSM

- Se você acessar a URL http://www.openstreetmap.org/export?bbox=-40.0772,-13.8651,-40.0584,-13.8802 usar a função "export", você pode obter um arquivo XML com as informações contidas nesse mapa.
- O arquivo XML do exemplo acima pode ser processado para se extrair os pontos de referência (`nodes`), com informações geográficas (isto é, latitude e longitude desses pontos de referência). Você terá de ler um pouco sobre o formato desses arquivos XML gerados pelo OSM; veja, por exemplo, http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_XML.
  Extraindo os nós com suas localizações geométricas, obtemos, a partir de nosso arquivo XML acima, esse arquivo (nesse arquivo, cada linha tem o formato `<node id> <latitude> <longitude>`). Usando uma variante de `plot_pontos.py`, você pode produzir imagens como essa:

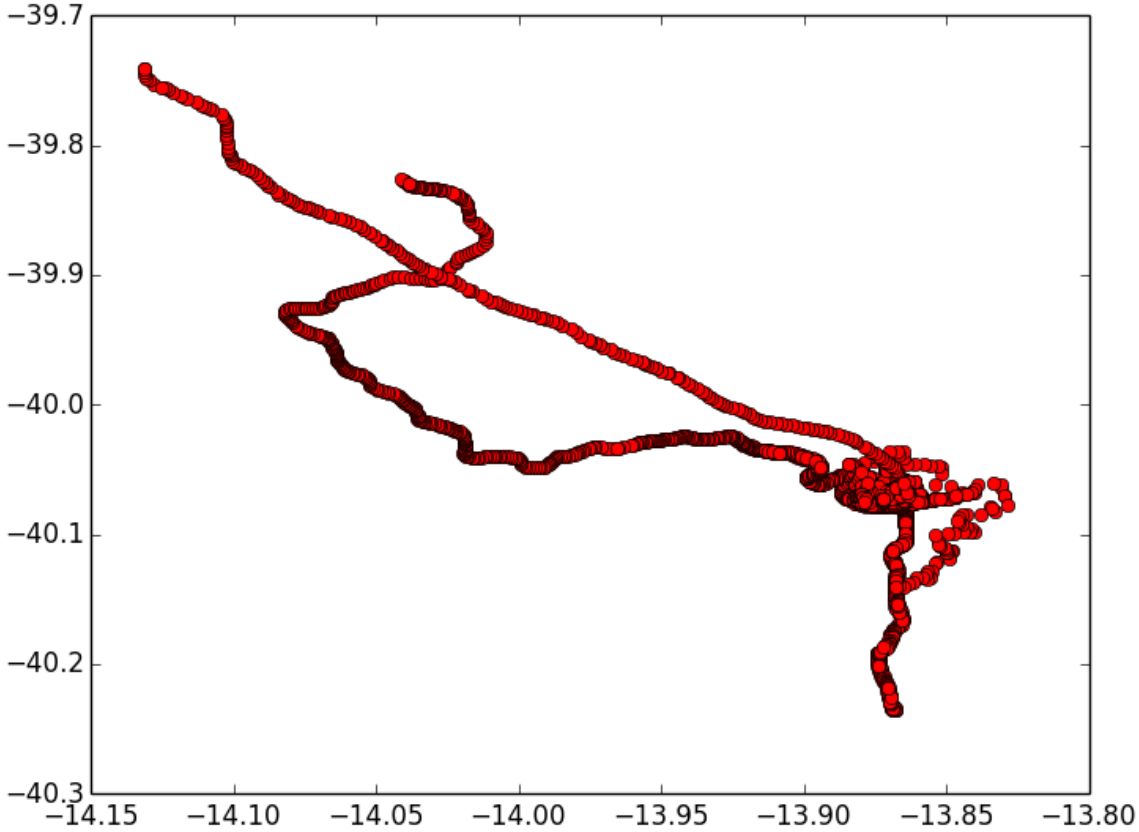
- Boas formas de se explorar o conteúdo de mapas OSM são descritas em http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Browsing
- Você terá de calcular as distâncias entre `nodes` em um mapa. Para tanto, você precisará saber como determinar a distância entre dois pontos dados pelas suas latitudes e longitudes. Para este trabalho veja

a distância Haversine: https://pt.wikipedia.org/wiki/Fórmula_de_Haversine

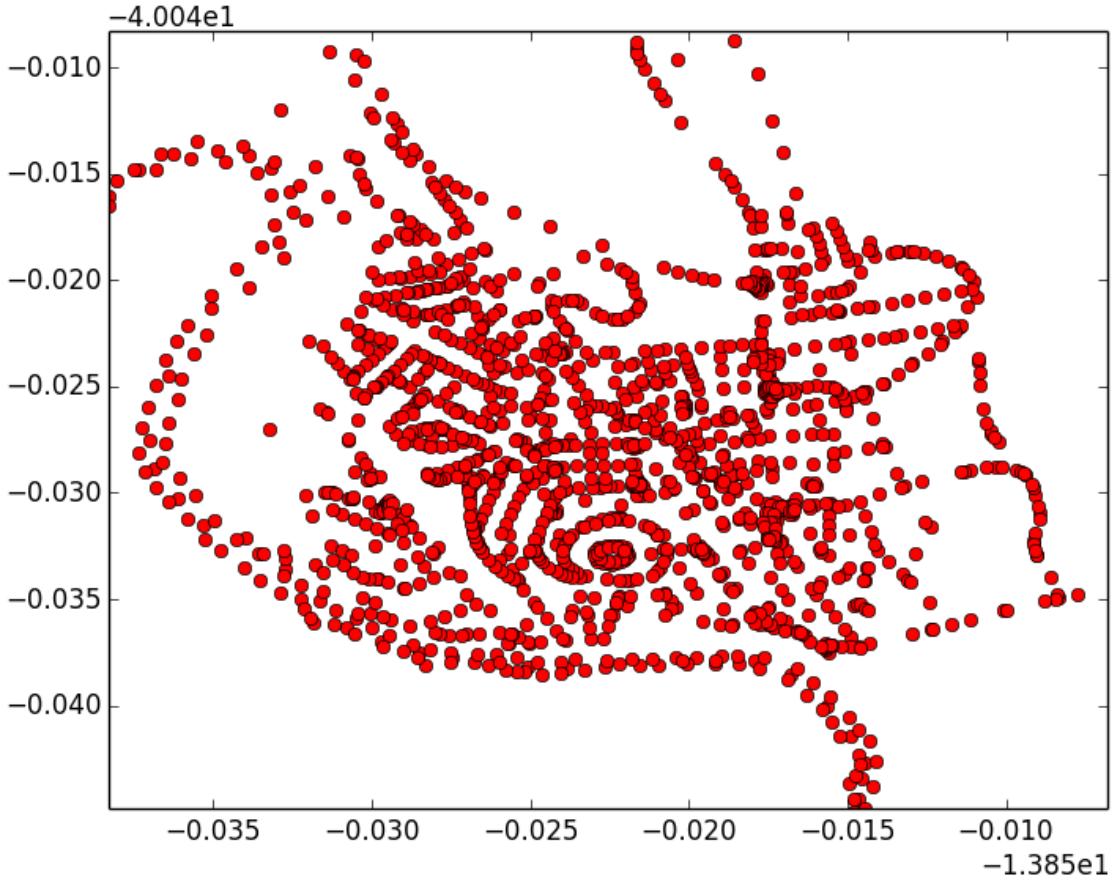
- Pode ser utilizado o algoritmo pronto como no https://pypi.org/project/haversine/
-

Grafos dirigidos a partir de arquivos XML de OSM

- A organização das ruas estão codificadas em mapas OSM. Tal informação é exportada nos arquivos XML correspondentes.
- *Para simplificar este Trabalho, vamos usar um programa já pronto para extrair essa informação dos arquivos XML*. Tal programa está escrito em `Python` e usa `NetworkX` (que é, aliás, um sistema que pode ser de seu interesse).
- Instale em seu sistema `NetworkX`: http://networkx.github.io
  Você precisará também de um programa chamado `gistfile1.py`.
- Para facilitar o use o arquivo xmltoadj.py. Eis um exemplo de uso: $ python xmltoadj.py map.osm.xml UESB.adjlist
- O script `xmltoadj.py` lê o arquivo map.osm.xml e produz o arquivo UESB.adjlist.
- O arquivo `UESB.adjlist` tem um formato natural: por exemplo, uma linha da forma `a b c` significa que o vértice `a` manda arcos para `b` e `c`. Veja https://networkx.github.io/documentation/latest/reference/readwrite/adjlist.html?highlight=adj#module-networkx.readwrite.adjlist
  Note que os nomes dos vértices que aparecem em `UESB.adjlist` são os `id` dos `nodes` no arquivo XML (entretanto, nem todo `node` no arquivo XML ocorre no grafo).
- Para criar o arquivo de pontos, utilize o script xml_to_points.py. Por exemplo: `$ python xml_to_points.py map.osm.xml maps.osm.txt`
- Usando o comando `$ python plot_pontos.py maps.osm.txt`, você pode produzir imagens como essa:



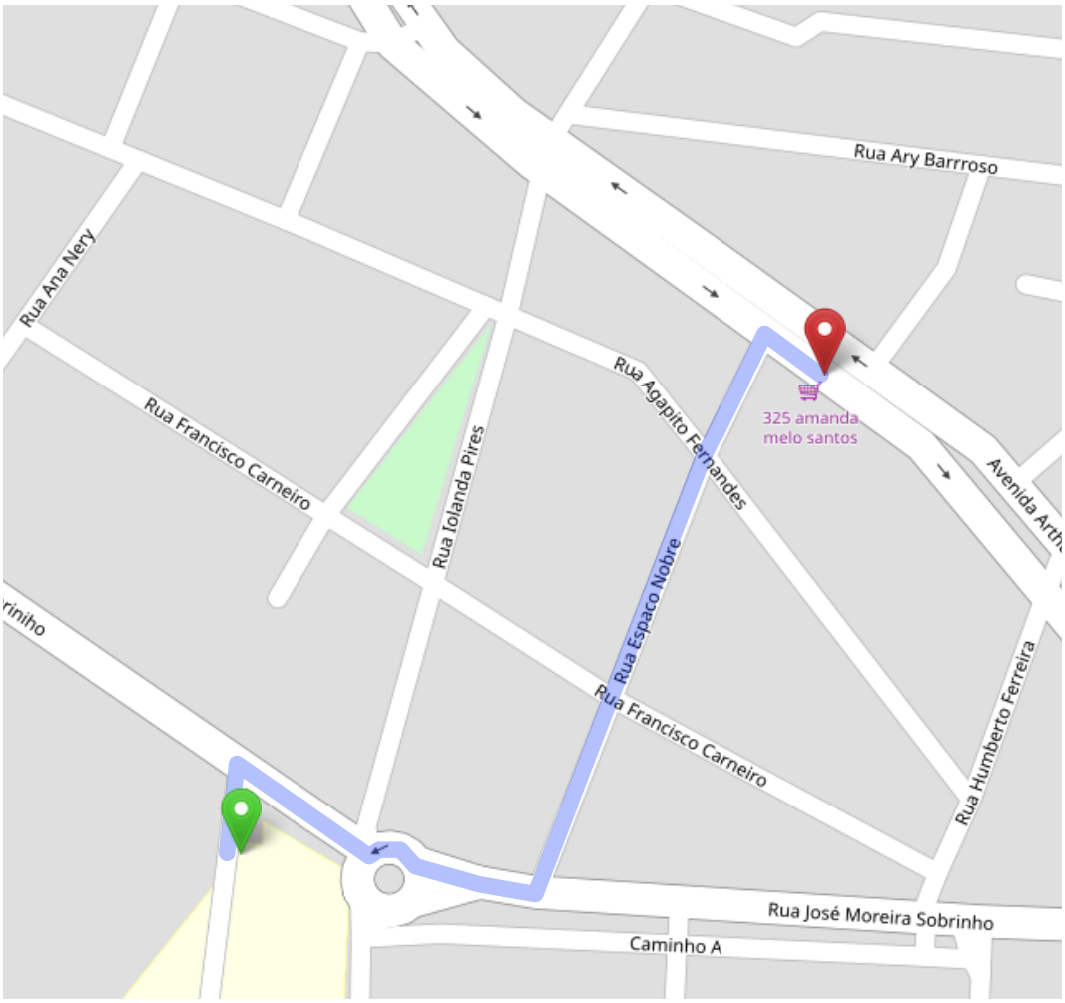
- Fazendo um *zoom* em uma região menor, podemos ver o grafo melhor:
- Os vértices do grafo (que são `nodes` no mapa OSM) são representados por pontos vermelhos. Os pontos vermelhos indicam a



mão das ruas/orientação dos arcos: em um arco de `v` para `w`, há um ponto vermelho perto de `w` e este arco representa uma via com mão única, de `v` para `w`. Dois pontos vermelhos no segmento entre `v` e `w` indicam que a via é de mão dupla.

Caminhos mais curtos

- Suponha agora que queremos ir do `node 2271245951` ao `node 2323108861`, por um caminho curto. Você pode ver quais são esses nodes usando as URLs https://www.openstreetmap.org/node/2271245951
  https://www.openstreetmap.org/node/2323108861
  Seu sistema deve então executar o algoritmo de **Dijkstra** no grafo apropriado para encontrar um caminho mais curto. O resultado seria assim:
  O caminho encontrado tem aproximadamente 388m.



- Seu sistema deverá ser tal que o usuário deverá poder dar *pares latitude/longitude para especificar a origem e o destino*. Para tanto, seu programa deverá encontrar os vértices do grafo mais próximos dos pontos dados pelo usuário, e usar tais vértices como o par origem/destino.
- Seu programa deverá ter uma saída gráfica, exibindo o caminho encontrado para cada par origem/destino dado pelo usuário. Seu programa deverá também dizer o comprimento de cada caminho encontrado.

Requisitos

Delineamos aqui como deve ser seu Trabalho do ponto de vista do usuário e de implementação.

- *Forma de uso*
  - O usuário determinará o mapa a ser usado e produzirá o arquivo XML correspondente (digamos, `map-osm.xml`), usando o OSM.
  - O usuário executará o *script* `xmltoadj.py` para produzir o arquivo com as listas de adjacência do grafo dirigido correspondente (digamos, `G.adjlist`).
  - O usuário então executará seu programa, digamos `rota.py`, fornecendo como entrada o arquivo XML do mapa e o arquivo com as listas de adjacência (arquivos `map-osm.xml` e `G.adjlist`). Seu programa deve então entrar em um modo interativo. Nesse modo, o usuário deverá ser capaz de fazer várias coisas:
    - O usuário deverá ser capaz de definir a região do mapa a ser desenhado nas figuras, dando dois pontos: o ponto inferior esquerdo e o ponto superior direito. Esses pontos devem ser pares latitude/longitude.
      - "Desenhar o mapa" significa desenhar o grafo dirigido da região (o mais fácil é simplesmente ignorar os pontos que caem fora do "canvas").
    - Em qualquer momento, o usuário deve ser capaz de pedir que a figura seja atualizada. O usuário deverá ser capaz de dizer se ele quer que sejam desenhadas as arestas do grafo ou não (os vértices devem ser sempre desenhados). Note que, como o usuário pode especificar a região do mapa a

ser desenhada, ele poderá fazer *zoom ins* e *zoom outs* na figura do grafo.
    - *O usuário deverá ser capaz de dar os pontos de origem e destino com o mouse*.
    - O usuário deverá ser capaz de "limpar" a figura, removendo-se o caminho mínimo atual (o mais fácil é redesenhar a figura).

Vocês podem fazer este Trabalho em duplas

- Cada dupla deve entregar um único trabalho. Um membro de cada par deve entregar o trabalho no classroom (*não esqueçam de colocar os nomes de ambos os integrantes do par no trabalho*).
- Teremos reuniões semanais para planejamento e execução das atividades.