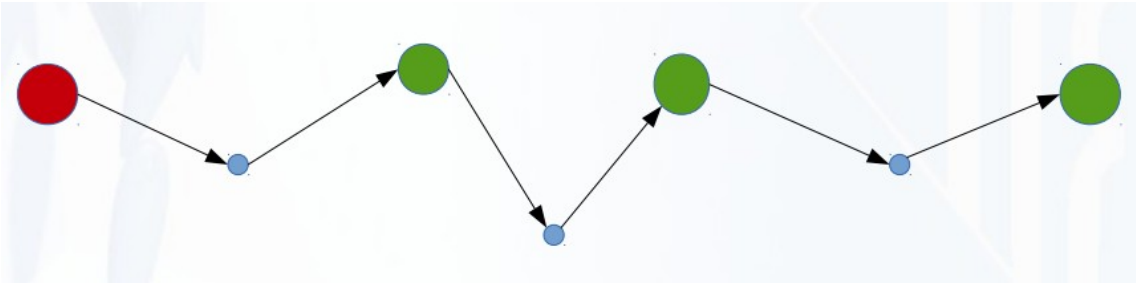
# ***1. Introducción al problema y dominio: Openstreetmap y problema de búsqueda de estados.***

En esta práctica vamos a implementar un programa capaz de establecer una ruta para salir de un punto de una calle y visitar un conjunto de lugares.



Para ello seguiremos varias estrategias de búsqueda sobre un espacio de estados para conseguir un recorrido más corto u óptimo. Las estrategias que usaremos son:

- Profundidad
- Coste Uniforme
- Anchura
- Voraz
- A*

Posteriormente compararemos los resultados de cada estrategia para ver la complejidad de cada una y saber cuáles son las más óptimas

El espacio de estados sobre el que se delimitará la búsqueda es un trozo de mapa. Como por ejemplo un trozo de Ciudad real:

Para poder trabajar sobre este trozo de mapa utilizaremos la herramienta de la página OpenStreetMap OSM. Con esta herramienta conseguiremos un archivo osm, que contiene todas las vías y nodos de ese mapa.


Para manejar este archivo osm utilizaremos la librería osm que nos permite seleccionar los nodos y vías que queramos.

Una vez hecha la selección crearemos un grafo, que es el espacio de estados, a partir del cual haremos las correspondientes búsquedas.

# 2.Resolución del problema y estrategias implementadas.

Definido ya el problema pasamos a explicar su resolución, para resolver el problema usamos una busqueda basica, la cual nos sirve de tronco para implementar las distintas estrategias, esta se apolla en una búsqueda incremental para poder disminuir las complejidades de las soluciones, haciendo que la solución, si se encuentra en una parte mas superficial del arbol de busqueda se pueda encontrar sin recorrer todo el arbol.

La resolucion de nuestro problema se basa en:

- Un arbol de búsqueda, en el cual se introduciran los nodos de búsqueda.

- Un grafo en el que se encuentran todos los nodos de OSM con los que trabajaremos.

- Una frontera en al que se guardaran los nodos de busqueda aún sin explorar.

- Un espacio de estados en el que se encuentran todos los posibles estados de nuestro sistema.

- Una función heurística que asigna valor a los nodos de las estrategias informadas, esta calcula el camino en linea recta desde el nodo hasta el objetivo, de forma que nos “predice” cuanto cuesta llegar al objetivo de forma ideal. Como en nuestro sistema podemos tener mas de un objetivo, selecciona el coste ideal al objetivo más lejano.

- Un nodo inicial en el que comenzar el problema y a partir del cual construir el arbol de búsqueda.

Para resolver el problema seguiremos los pasos:

- Conseguimos mediante unas coordenadas fijas en el programa el mapa de OSM con el que trabajar.

- Creamos el grafo en función de las vias y nodos de ese mapa de OSM

- Preguntamos la complejidad para crear el estado incial y conseguir los objetivos.

- Creamos el espacio de estados en función de las coordenadas fijas del programa.

- Creamos el problema en función del estado inicial y el espacio de estados.

- Preguntamos la estrategia a usar, la profundidad máxima y el incremento de la profundidad para la búsqueda incremental.

- Tomamos un dato de tiempo para marcar el inicio de la busqueda.

- Ejecutamos la búsqueda con todos los datos recogidos y creados.

- Se crea la frontera y se le inserta el nodo inical.

- Se expande un nodo de la frontera, se insertan sus hijos y se comprueba si es solución, mediante un while que comprueba si la frontera está vacia y si hemos llegado a la profundidad máxima, para, en caso de que no haya, poder parar si no hay solución.

- Se repite el paso anterior hasta llegar a la profundidad máxima.

- Si no se ha encontrado solución se incrementa la profundidad, si se llega a la máxima, se decidira que no hay solucion.

- Se crea la solución, en caso de que haya, haciendo el camino desde el objetivo hasta el padre.

- Se toma un dato de tiempo para marcar el final de la búsqueda de forma que podamos calcular la complejidad temporal de la búsqueda.

- Se toma el dato contador de la clase problema para saber cuantos nodos hemos explorado para encontrar la solución y poder expresar la complejidad espacial.

- Se escribe la solución en un txt con todos los nodos a recorrer y sus valoraciones y costes.

- Se escribe la solución en un gpx para pdoer cargarlo y visualizar la ruta.

La principal  única diferencia en las estrategias es el valor que se les da a los nodos de búsqueda, dado que nuestra frontera es una cola con prioridad, esta se ordenará en función del valor de los nodos de búsqueda.

Las distintas estrategias implementadas son:

- Busqueda en anchura, la cual se caracteriza por valorar los nodos según su profundidad, es decir, todos los nodos de una misma profundidad tienen el mismo valor.

- Busqueda de coste uniforme, que asigna valor a los nodos según cuesta llegar a ellos, es decir, no tienen coste por si solo unos nodos, si no que el coste de todos es el coste inherente a esa acción y estado.

- Busqueda en profundidad, asigna el valor a los nodos en base a su profundidad, como en la anchura pero con distinto coste, en la anchura su objetivo es visitar a los nodos por niveles, aquí se le asgina mas valor a los nodos mas profundos.

- Busqueda voraz, asgina valor a los nodos en funcion de la heurística, y solo ella, por lo que prioriza los nodos idealmente mas cercanos al objetivo.

- Busqueda A*, asigna valor a los nodos en función de la heurística mas el coste de alcanzar dicho nodo, ya que un nodo puede ser idealmente cercano al objetivo pero muy costoso de alcanzar, de esta forma siempre encontramso el camino mas corto al objetivo

# ***3.Estructuras y clases definidas su justificación.***

Clase principal

En la clase principal(main) realizaremos la lectura del archivo osm. A partir de la lectura crearemos una tabla-hash con los nodos seleccionados con su respectiva longitud y latitud.

Una vez hecho esto, crearemos el grafo a partir de la tabla-hash, que nos servirá también para ponerle peso a las aristas.

En la clase principal es donde haremos el algoritmo de búsqueda para obtener la solución. Una vez obtenida la solución, creamos una función para obtener la función en un archivo gpx.

Clase EspacioEstados

En esta clase estableceremos como atributos la longitudes y latitudes máximas y mínimas del espacio de estados.

En esta clase podremos saber si un estado es válido , si se ha llegado al objetivo del problema y también podemos obtener los sucesores de un nodo. Para saber los sucesores utilizaremos el grafo utilizado en la clase principal.

Clase Estado

En esta clase únicamente crearemos los atributos del objeto estado: localización, objetivos, latitud y longitud.

Clase nodoBusqueda

En esta clase definimos los atributos del objeto nodo: id, padre, estado, costo, acción, profundidad, valor.

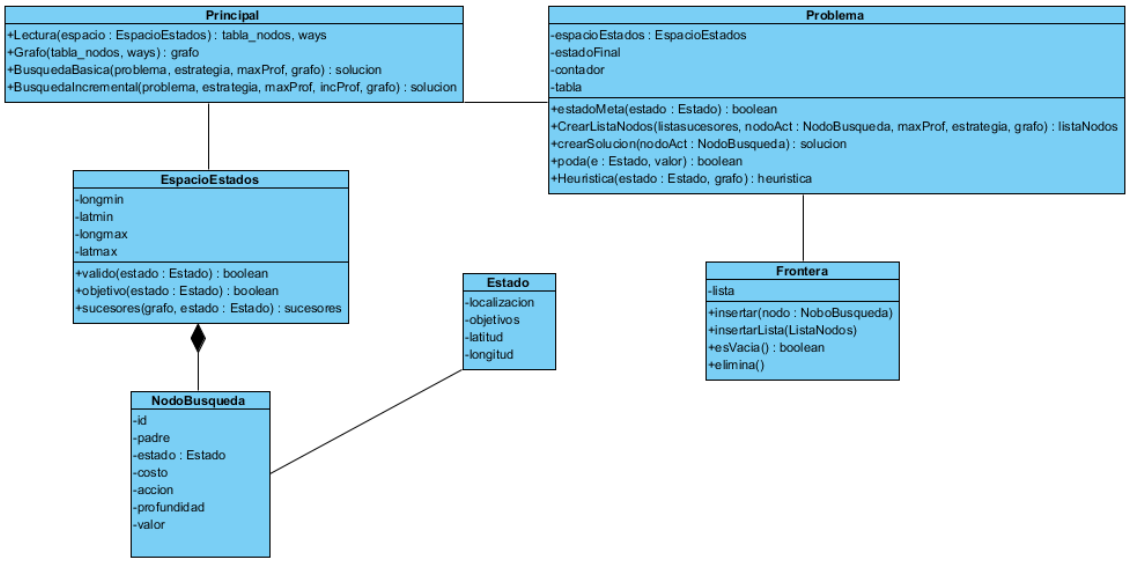
Clase Frontera

En esta clase creamos la lista Frontera e implementamos las funciones para crearla y modificarla.

Clase Problema

En esta clase definimos los atributos del problema: Espacio de estados y estado inicial.

Como funciones, podemos saber si un estado es el estado objetivo del problema, podemos crear la lista de nodos que añadiremos a la frontera, creamos la función para crear la solución, implementamos la función poda y la función para calcular la heurística.




# 4. Elementos especialmente importantes de nuestra implementación.

Aparte de los elementos principales y propios de las busquedas y sus estrategias, tambien tenemos otros elementos importantes como:

- Una tabla hash en la que guardamos los nodos del OSM para poder crear el grafo con las coordenadas de cada nodo de OSM, la cual es borrada tras la creacion del grafo

- Una función lectura que dadas unas coordenadas de unas esquinas, nos descarga un mapa de OSM que contiene los nodos y calles con las que trabajaremos

- Una función grafo que apollandose en las vias y los nodos que contienen, crea el grafo que simbolizará nuestro mapa, recorriendo con un for la lista de vias y buscando los nodos que contiene cada via en la tabla hash para insertar los nodos unidos por la via.

- Una función menu que nos permite interactuar con el usuario pidiendole la complejidad de problema que quiere (selección de nodos de partida y objetivos), la profundidad máxima que desea, el incremento con el que alcanzar dicha profundidad maxima durante la busqueda, y la estrategia con la que desea encontrar solucion al problema.

- Una función poda la cual nos permite acortar las busquedas ya que evita la exploración de nodos ya explorados, basandose en una tabal hash cuya clave el el estado del nodo y contiene el valor del nodo, esta función evitará la exploración de nodos ya repetidos y peor valorados.

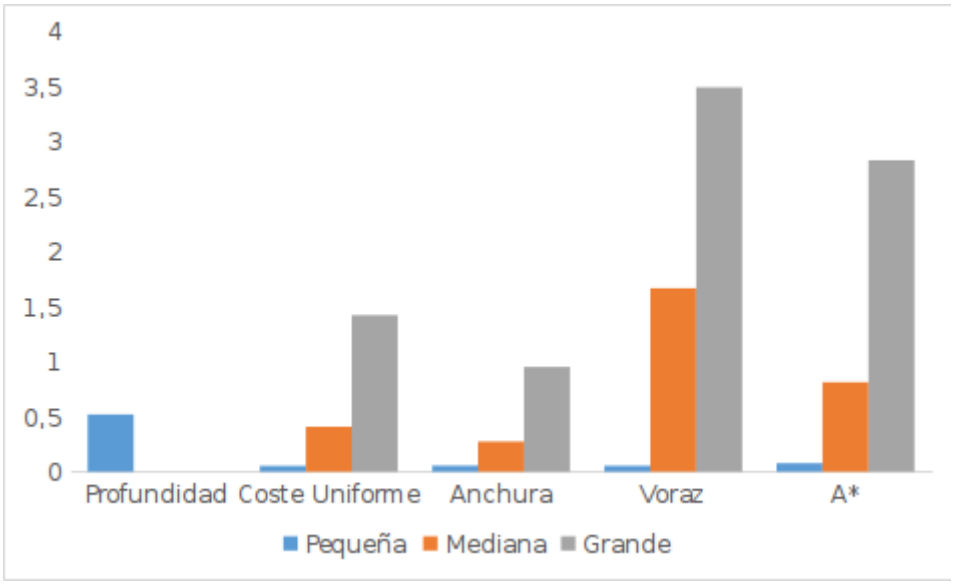
- Un contador en la clase problema que nos cuenta cuantos nodos han sido explorados en la busqueda y asi poder calcular la complejidad espacial

El elemento más importante de nuestra practica es el uso de las librerias para python networkx y gpxpy, las cuales debera descargar e instalar en su

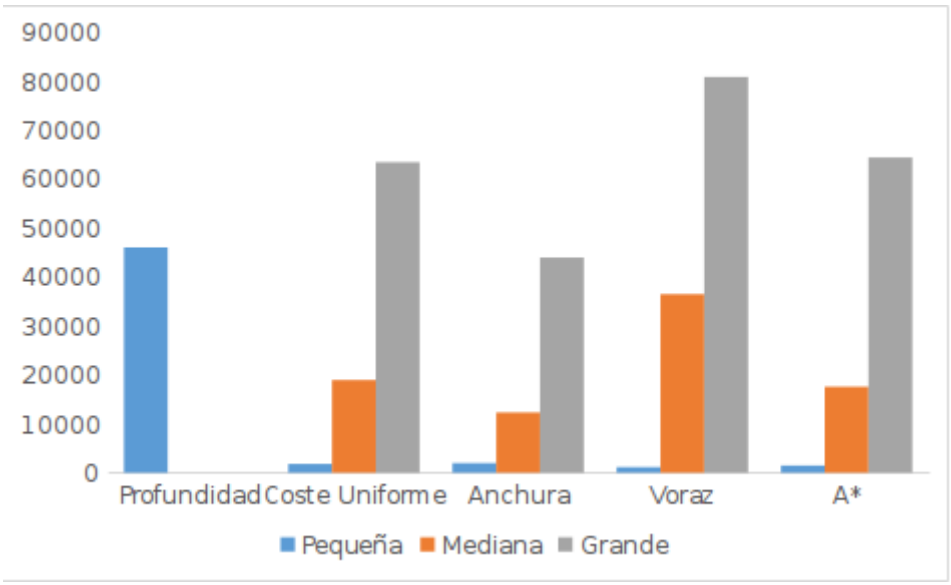
computador para pdoer ejecutar la practica, dado que usamos python 3, debera instalarlas con pip3 y el nombre de la librería.

# 5. Casos de estudio

### Complejidad temporal




### Complejidad espacial




Se han ejecutado todos los algoritmos que han realizado el recorrido de tres tipos de problemas, con complejidad pequeña, mediana y grande. Como se puede observar en las graficas el que mejor resultado ha obtenido los tres problemas ha sido la busqueda en anchura, y el peor la busqueda en profundidad.

Nota: No se incluye la busqueda en profundidad de los problemas con complejidad media y alta puesto que esta se disparaba. Y en el caso del problema con complejidad alta el PC que hemos utilizado no ha llegado a conseguir el resultado.

# 6. Opinión personal de la práctica.

La practica de forma grupal nos ha parecido interesante, dado que nos permite crear un útil y algo increible como es un GPS, por otro lado es dura de crear y completar a que es clara con los objetivos pero poco clara con como conseguirlos.

Conforme a teoria pienso que nos enseña e implementa de una forma bastante buena la teoria del primer parcial.

# 7. Manual de usuario

Nuestro programa no dispone de interfaz grafica por lo que se ejecutará e interactuará mediante consola

Dado que es un programa en python la forma de ejecutarlo e inciarlo es mediante la ejecucion del scrip Principal situandonos en la capeta donde se ubica con cd <ruta de carpeta> y una vez situados usar el comando:

python3 Principal

Tras ello el unico uso que podremos hacer de ella se notificará por la pantalla lo que debe hacer, ya que debera interactuar con el programa para indicar la complejidad que desea, la estrategia a usar, la profundidad maxima y el incremento de esta para la busqueda incremental.