

Método de la ingeniería taller GMap - Entradas del metro de Nueva York

1. Identificación del problema:

El metro de Nueva York es el sistema de transporte masivo más usado en el mundo occidental, y el noveno a escala global. Desde su creación en 1940, ha funcionado casi 24/7 (Con la excepción de emergencias y desastres naturales) proveyendo transporte a los millones de habitantes de la ciudad.

Con la llegada del COVID-19 a Estados Unidos, el metro fue inhabilitado temporalmente, y el turismo disminuyó drásticamente. Sin embargo, gracias al esfuerzo de múltiples países en la lucha contra el virus, varias vacunas han sido creadas con el objetivo de ponerle fin.

El gobierno de Estados Unidos prevé que después de la inevitable vacunación global, el turismo no solo se reactivará, sino que aumentará a porcentajes nunca antes vistos, resultado de la desaparición de las cuarentenas. La autoridad de transporte metropolitana, organismo encargado del manejo del metro, ha decidido contratarlo para hacer una aplicación que sirva a futuros turistas al momento de guiarse en el metro de la ciudad.

Más específicamente, ellos desean que el programa sea capaz de marcar todas las entradas del metro, además de información adicional que pueda serles útil al momento de desplazarse.

Requerimientos funcionales:

1. Cargar un archivo .CSV desde el administrador de archivos del usuario (El archivo se encuentra en la carpeta "Data" del repositorio). El archivo contiene la información de entradas al metro de Nueva York, la cual especifica división, línea, nombre de la estación, etc. de cada entrada.
2. Si el archivo contiene los campos correctos, se registra la información de las entradas del subterráneo de Nueva York.
3. Mostrar una tabla con la siguiente información del subterráneo de Nueva York:
 - División: Un conjunto de líneas de metro originalmente construidas y administradas por diferentes compañías. Aunque fueron compradas por la alcaldía de la ciudad hace mucho tiempo, las divisiones mantienen los nombres de las compañías que las fundaron. Es una categoría con tres posibles valores (BMT,IRT,IND).
 - Línea: Una vía de metro que conecta dos o más estaciones. Comúnmente llamadas en honor a calles o avenidas. Es un atributo de cadena de texto.
 - Nombre de estación: Nombre que identifica una estación. Comúnmente llamadas en honor a calles o avenidas. Es un atributo de cadena de texto.
 - Latitud de la entrada: Distancia angular entre el Ecuador y la entrada del metro. Es un atributo numérico.
 - Longitud de la entrada: Distancia angular entre el meridiano y la entrada del metro. Es un atributo numérico.

- Tipo de entrada: Tipo de entrada que posee la estación. Es un atributo categórico con siete posibles valores (Escalera, Elevador, Cabina, Escalera eléctrica, Puerta, Rampa, Pasarela).
 - Ventas: Indica si se pueden comprar pasajes o no en esta entrada. Es un atributo categórico con dos posibles valores (Si,No)
 - Dotación de personal: Indica si hay personal contratado en la entrada o no. Es un atributo categórico con dos posibles valores (Lleno, Ninguno)
4. Filtrar la tabla basada en una categoría en específico seleccionada por el usuario. Si el atributo es categórico el usuario puede escoger entre los posibles valores. Si el atributo es de cadena de texto, el usuario puede digitar el valor deseado. Si el atributo es numérico, el usuario puede ingresar dos valores. Un rango mínimo y un rango máximo, descartando cualquier valor fuera del rango.
 5. Generar un mapa de la ciudad de Nueva York con las entradas registradas marcadas en el mapa.
 6. Filtrar los marcadores del mapa, basado en la división a la que pertenece cada entrada.
 7. Generar 3 gráficos basados en la información actual de la tabla. Los gráficos corresponden a diagrama de torta, diagrama de barras y diagrama de puntos. El usuario puede escoger entre las siguientes opciones la variable del gráfico: divisiones, las ventas o el tipo de entrada.

2. Recopilación de información:

- **Metro de Nueva York:** El Metro de Nueva York (en inglés, New York City Subway) es el sistema de transporte ferroviario urbano más grande en los Estados Unidos y uno de los más grandes del mundo, con entre 420 y 475 estaciones (dependiendo de cómo se contabilicen los puntos de transbordo: la MTA usa 469 como número oficial de estaciones) y 660 millas (1.062 km) de vías primarias en servicio.
Aunque es conocido como the Subway (lo que implica operaciones subterráneas), aproximadamente un cuarenta por ciento del sistema circula sobre el terreno, en estructuras elevadas de acero o, más raramente, de hierro forjado, viaductos de hormigón armado, en trincheras cubiertas o a cielo abierto y -ocasionalmente- sobre rutas en superficie. Todos estos modos de transporte están completamente separados de la infraestructura vial.
El Metro de Nueva York está pensado para transportar un gran número de personas cada día laborable. Funciona las 24 horas, todos los días del año; solo tres Metros en todo el mundo lo hacen. En 2009 viajaron en el Metro 1 579 866 600 pasajeros, con una media en días laborables de 5 086 833 de usuarios.³ Una estación de metro típica tiene andenes de espera que miden entre 400 y 700 pies (122 a 213 m), suficientes para acomodar un gran número de personas. Los usuarios entran en una estación a través de escaleras en dirección a las taquillas y máquinas de venta para comprar el billete, actualmente con una MetroCard. Después de pasar por el tornio, los usuarios bajan a los andenes de espera. Algunas líneas en los distritos

exteriores y en el Alto Manhattan tienen vías elevadas con estaciones que los pasajeros tienen que subir. Con algunas excepciones, los túneles del metro entre estaciones tienen una forma rectangular.

El metro de nueva york está formado por tres divisiones: A,B,C

- **División A (metro de Nueva York) IRT**

La División A, también conocida como la División IRT, es una división del metro de Nueva York, que comprende las líneas operadas con servicios designados por los números (1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7) y los vehículos de la calle 42.

Estas líneas y servicios fueron operadas por la Interborough Rapid Transit Company antes que la ciudad tomara el control en 1940. Los coches de la división A son más angostos, pequeños y livianos que los de la División B, midiendo 2.7 m por 15.5 m.;

Lista de líneas

Las siguientes líneas son parte de la División A (sólo se muestran los servicios comúnmente usados):

IRT Second Avenue Line (cerrado en 1942)
IRT Third Avenue Line (cerrado en 1973)
IRT Sixth Avenue Line (cerrado en 1938)
IRT Ninth Avenue Line (cerrado en 1958)

IRT 42nd Street Shuttle
IRT Broadway–Seventh Avenue Line (1 2 3)
IRT Dyre Avenue Line (5)
IRT Eastern Parkway Line (2 3 4 5)
IRT Flushing Line (7)
IRT Jérôme Avenue Line (4)
IRT Lenox Avenue Line (2 3)
IRT Lexington Avenue Line (4 5 6)
IRT New Lots Line (3)
IRT Nostrand Avenue Line (2)
IRT Pelham Line (6)
IRT White Plains Road Line (2 5)

- **División B (metro de Nueva York) IND o BMT**

La División B es una división del Metro de la ciudad de Nueva York, que comprende las líneas operadas con servicios designados por las letras (A, B, C, D, E, F, G, J, L, M, N, Q, R, V, W, y Z), también junto con los servicios Franklin Avenue Shuttle y Rockaway Park Shuttle.

Estas líneas y servicios fueron operadas por la Corporación de Tránsito de Brooklyn y Manhattan y la ciudad-propiedad del Sistema Independiente del Metro antes de que la ciudad tomara el poder del BMT en 1940. Los vagones de la división B son más anchos, largos, y pesados que los de la división A, midiendo 9.75 y 60 y 75 pies (3 por 18 o 23 metros).

Los dos antiguos sistemas todavía a veces se les llama la ' División IND' y la División BMT.

Lista de las líneas

Las siguientes líneas son partes de la división B (sólo los servicios que normalmente se usan están mostrados):

BMT Fourth Avenue Line (D N R)
IND Sixth Avenue Line (B D F V)
IND Eighth Avenue Line (A C E)
60th Street Tunnel Connection (R)
BMT 63rd Street Line (aún no hay servicio)
IND 63rd Street Line (F)
BMT Archer Avenue Line (J Z)
IND Archer Avenue Line (E)
BMT Astoria Line (N W)
BMT Brighton Line (B Q)
BMT Broadway Line (N Q R W)
BMT Canarsie Line (L)
Conexión de la calle Chrystie (B D)
IND Concourse Line (D)
IND Crosstown Line (G)
IND Culver Line (F G)
BMT Franklin Avenue Line (S)
IND Fulton Street Line (A C)
BMT Jamaica Line (J M Z)
BMT Myrtle Avenue Line (M)
BMT Nassau Street Line (J M Z)
IND Queens Boulevard Line (E F R V)
IND Rockaway Line (A S)
BMT Sea Beach Line (N)
BMT West End Line (D)

- **Estaciones de metro**

El actual sistema del Metro de Nueva York está compuesto por tres antiguos diferentes sistemas que se fusionaron en 1940: el Interborough Rapid Transit Company (IRT), el Brooklyn-Manhattan Transit Corporation (BMT) y el Independent Subway System (IND). La empresa privada IRT, fundada en 1902, construyó y operó las primeras líneas subterráneas en la Ciudad de Nueva York.

Con la apertura de esta línea el 27 de octubre de 1904 es comúnmente citada como el moderno Metro de Nueva York, aunque algunas líneas elevadas de las divisiones IRT y BMT fueron inicialmente incorporadas al Metro de Nueva York, pero después fueron demolidas.

La BMT, fundada en 1923 y también empresa privada, fue fundada tras la bancarrota del Brooklyn Rapid Transit Company. La IND fue creada por la Ciudad de Nueva York en 1921 para que fuera una empresa municipal competidora de las empresas privadas. Con su unificación en 1940 por la Junta de Transporte de la Ciudad de Nueva York, el sistema de Nueva York pasó a ser operado por una misma empresa. La Autoridad de Transporte de la Ciudad de Nueva York, creada en 1953 para que fuese una corporación pública benéfica, que adquirió el Metro y la infraestructura ferroviaria de superficie (buses y trolebuses) de la Junta del Transporte, continúa siendo el actual operador del Metro de Nueva York.

El número oficial de estaciones es de 468; sin embargo, esta tabulación clasifica a algunas estaciones de transferencias como dos o más estaciones, llamadas "complejos de estaciones" dentro de la nomenclatura de la estación. Si en los complejos de las estaciones, las estaciones son contadas como una, entonces el número sería de 423. 31 complejos de estaciones existen. La razón por la cual generalmente se cuenta en un número mayor de estaciones se remonta a la historia del Metro: las estaciones de la IRT, BMT y IND usualmente son contadas separadamente, especialmente si sus líneas no están paralelamente, adyacente o una encima de la otra en cada nivel. Sin importar en como las estaciones están contadas, el Metro de Nueva York tiene el mayor número de estaciones en el mundo.

Dentro del número de estaciones se encuentra una estación que actualmente se encuentra cerrada: Calle Cortlandt de la línea de la Séptima Avenida–Broadway. La estación fue cerrada cuando fue demolida durante los atentados del 11 de septiembre de 2001. También hay un sinnúmero de estaciones cerradas, la mayoría fueron estaciones de la que fueron una vez las líneas elevadas operadas por la IRT y la BMT.

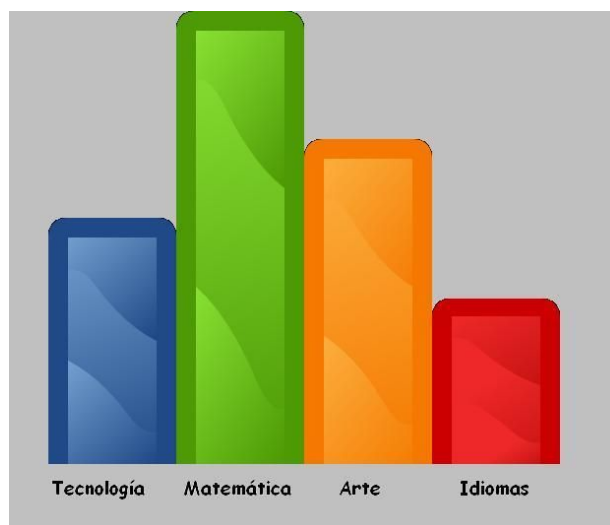
La estación más nueva del sistema es South Ferry de la línea de la Séptima Avenida–Broadway (trenes del servicio 1), inaugurada el 16 de marzo de 2009 como reemplazo de la estación South Ferry loops. La Autoridad Metropolitana del Transporte está actualmente construyendo cuatro nuevas estaciones para el Metro de Nueva York. Una extensión de la línea Flushing (trenes del servicio 7 <7>), llamada 7 Subway Extension, en la cual iniciaría en la Calle 34 y la 11ª Avenida como parte del nuevo proyecto del Proyecto de Reurbanización Hudson Yards. Las otras tres estaciones están siendo construidas como parte de la nueva línea de la Segunda Avenida, para eliminar la congestión a lo largo de la línea de la Avenida Lexington (trenes del servicio 4 5 6 <6>), el corredor de Metro más transitado de los Estados Unidos. Las estaciones están localizadas en la Segunda Avenida en la Calle 72, Calle 86 y la Calle 96.

Las estaciones que comparten nombres idénticos están desambiguación por el nombre de la línea o la calle contraria en la cual cruza la estación. Por ejemplo, la "estación de la Calle 125" puede referirse a cuatro estaciones diferentes: la Calle 125 en la línea de la Octava Avenida (trenes del servicio A, C, E), la línea de la Séptima Avenida–Broadway (trenes del servicio 1), la línea de la Avenida Lenox (trenes del servicio 2 3) y la línea de la Avenida Lexington (4 5 6 <6>). Esta misma situación ocurre numerosas veces.

Tipos de gráficos:

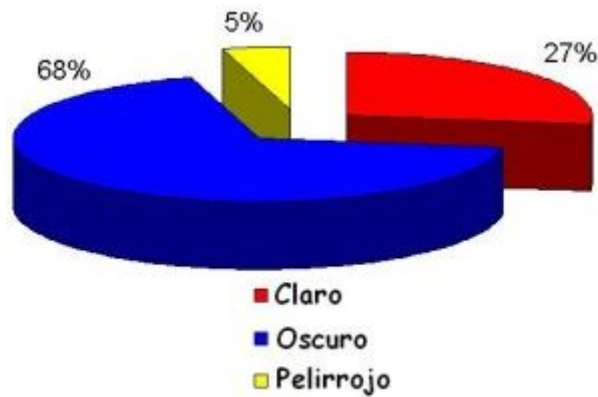
- **Diagrama de barras:**

Un gráfico de barras, suele expresar mediante la elevación de barras de diferente color (pueden ser horizontales) aquella información que intenta dilucidar un sólo aspecto entre un grupo de personas encuestadas. Depende de cómo haya sido graduado el eje vertical "y", se expresa en distintas unidades o valores el impacto de los resultados en cuestión. Puede usarse para representar porcentajes, pero en esta circunstancia suele ser otro el tipo de gráfico elegido. He aquí un ejemplo de este tipo de gráficos, que emula ser las respuestas entre un grupo de estudiantes acerca de cuál es la materia que más disfruta estudiar en la escuela:



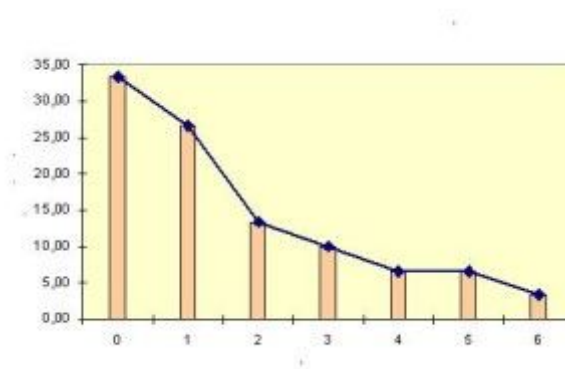
- **Diagrama de sectores (torta):**

Como señalamos antes, precisamente este es el tipo de gráfico ideal para representar porcentajes en una situación similar a la anterior. Veamos un ejemplo de este tipo de gráficos, donde se emula una encuesta acerca del color de cabello de los asistentes a una escuela:



- **Polígono de frecuencias (puntos):**

Se trata de un tipo de gráfico lineal que utilizamos para la representación de la incidencia de respuesta de una variable cuantitativa. El polígono surge de unir los puntos medios de las bases superiores de las barras de un diagrama de barras, e incluso también de un histograma. He aquí un ejemplo de este tipo de gráficos estadísticos.



3. Búsqueda de soluciones creativas:

Para la generación de soluciones creativas, definimos ciertos factores que pueden ser reemplazados por diferentes opciones y obtener nuevas ideas. Estos son:

- Almacenamiento de las entradas del metro.
- Generación del mapa.
- Generación de gráficas.

- **1ra Alternativa:**

Para el almacenamiento de las entradas, se utilizará una estructura de lista enlazada. Para la generación del mapa se implementará la herramienta Gmap. Para la generación de gráficas se utilizarán los charts de C#.

- **2da Alternativa:**

Para el almacenamiento de entradas, se utilizará una estructura de árbol binario.

Para la generación de mapa se utilizarán herramientas de javafx. Para la generación de gráficas se utilizarán herramientas de javafx.

- **3ra Alternativa:**

Para el almacenamiento de las entradas, se utilizará una queue. Para la generación del mapa se implementará la herramienta de javafx. Para la generación de gráficas se utilizaran herramientas de javafx.

- **4ta Alternativa:**

Para el almacenamiento de las entradas, se utilizará una estructura de HashTable. Para la generación del mapa se implementará la herramienta Gmap. Para la generación de gráficas se utilizaran los charts de C#.

- **5ta Alternativa:**

Para el almacenamiento de las entradas, se utilizará una estructura de pila. Para la generación del mapa se implementará la herramienta Gmap. Para la generación de gráficas se utilizaran los charts de C#.

- **6ta Alternativa:**

Para el almacenamiento de las entradas, se utilizará una estructura de Array. Para la generación del mapa se implementará la herramienta de javafx. Para la generación de gráficas se utilizaran herramientas de javafx.

4. Transición de formulación de ideas a diseños preliminares:

Después de un análisis más profundo, decidimos descartar las siguientes ideas:

- **2da Alternativa:**

El problema no tiene un orden jerárquico que explique el uso de un árbol binario. JavaFx hace que la implementación del mapa y las gráficas sean más complicadas a diferencia de otras herramientas.

- **3ra Alternativa:**

El problema no se aprovecharía de una queue, pues es poco práctica. JavaFx hace que la implementación del mapa y las gráficas sean más complicadas a diferencia de otras herramientas.

- **6ta Alternativa:**

Un array es una estructura ineficiente para la magnitud de datos que contiene el problema. JavaFx hace que la implementación del mapa y las gráficas sean más complicadas a diferencia de otras herramientas.

5. Evaluación y selección de la mejor solución:

Para escoger la mejor alternativa, se hará uso de una tabla que nos permitirá calificar aspectos que afectan la efectividad del 1 al 5. Los aspectos son los siguientes:

- Manejo de la base de datos con gran cantidad de registros.
- Velocidad de acceso a los datos.
- Flexibilidad en su implementación.

Alternativas	Manejo	Velocidad	Flexibilidad	Total
1ra alternativa (Lista enlazada)	2	2	3	7
4ta alternativa (HashTable)	5	5	5	15
5ta alternativa (Pila)	3	1	3	7

Basado en los resultados de la tabla, la 4ta alternativa es la mejor solución.

Después de encontrar la solución que mejor se adapta al problema, hemos hallado varias conclusiones. En primer lugar, identificar y analizar los requerimientos es una etapa clave para hallar una solución, ya que nos permite tener unos objetivos claros para resolver el problema. Por otro lado, la definición de atributos claves también resultó muy importante en el proceso de hallar una solución ya que nos da pie a hallar muchas ideas que podemos analizar y así encontrar la mejor.

Bibliografía:

- "Introduction to Subway Ridership". Metropolitan Transportation Authority.
<http://web.mta.info/nyct/facts/ridership/>
- Hood, Clifton (2004). *722 Miles: The Building of the Subways and How They Transformed New York*. Johns Hopkins University Press.
- "Metropolitan Transportation Authority Description and Board Structure Covering Fiscal Year 2009". *mta.info*. Metropolitan Transportation Authority. 2009.
- "Subways". Metropolitan Transportation Authority (MTA). April 2, 2013.
<http://web.mta.info/nyct/facts/ffsubway.htm>
- "How to Ride the Subway" Metropolitan Transportation Authority (MTA).
http://web.mta.info/nyct/subway/howto_sub.htm
- Anonymous (2020) Las divisiones y estaciones del metro de Nueva York.
<http://historiaycuriosidadqn2.blogspot.com/2020/03/las-division-y-estaciones-del-metro-de.html>
- Morena, Maria Angélica (2014) "Tipos de graficas estadísticas"
<https://matematicasmodernas.com/tipos-de-graficas-estadisticas/>