



HACKATHON II

GPS: Detector de Conductas de Manejo

- Problemas de infraestructura → muchos conductores con los mismos eventos bruscos en el mismo tramo.
- Conductores anómalos → eventos fuera del patrón general.

Por Karina Baldi.
Laboratorio 2. Prof. Felipe González.





Introducción.

En el transporte de pasajeros existen más causas y consecuencias que en la mayoría, de las conductas agresivas en la vía pública. Muchos conductores están obligados a viajar a velocidades más bajas, ceder el paso a los vehículos más pequeños, llegar a sus destinos en plazos determinados y sortear problemas de infraestructura como cortes por arreglos, por ejemplo.

Por esto, la conducción agresiva juega un papel importante cuando se trata de un accidente, no solo por los casos de furia, sino por el gran número de inconvenientes que genera este comportamiento.



Objetivos.

Transformar los datos GPS que ya viajan en cada colectivo (sistema SUBE) en una herramienta web que, sin instalar sensores ni interrumpir la operación, detecta quién frena o acelera bruscamente y dónde la calle obliga a hacerlo. Con intervalos de 4 minutos ya existentes, mede la velocidad y cambios entre puntos donde se usan percentiles para marcar como "brusco" lo que es raro para esa línea. Así, en menos de dos minutos, la app rankea a cada conductor por suavidad y pinta en un mapa los tramos donde TODOS tienen el mismo problema.

Todo se procesa en línea: se cargan los archivos, se obtiene el ranking y el mapa interactivo y se descarga el informe en Excel o PNG, sin capex ni hardware nuevo.

La herramienta es multi-línea y multi-ciudad: basta con cambiar el archivo GPS y el de recorridos para replicarla en cualquier ciudad que tenga datos de posicionamiento, ya sean SUBE, GTFS o cualquier otra fuente estándar. En resumen, convierte los datos que ya existen en un activo de gestión que mejora la conducción, baja costos y prioriza obras donde realmente hace falta.

Fundamentos.

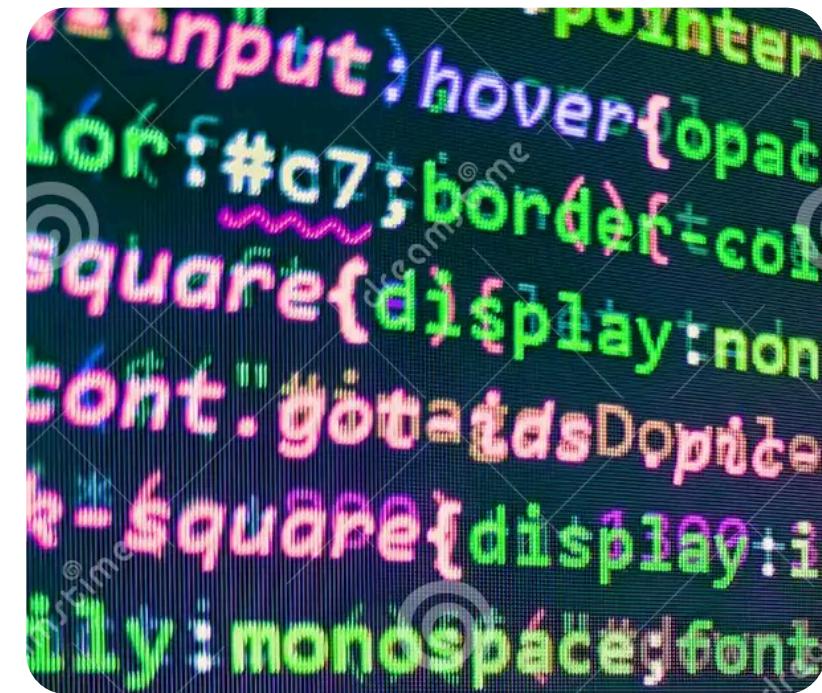
Seguridad. Eficiencia. Confortabilidad.



Las frenadas y aceleradas bruscas generan un triple impacto negativo: desgaste prematuro de frenos y motor, mayor consumo de combustible y una experiencia de viaje incómoda para el pasajero. Cada frenazo o arranque violento obliga al sistema a trabajar por fuera de su rango óptimo, acortando la vida útil de componentes clave y elevando los costos de mantenimiento de la unidad. Además, la incomodidad se traduce en más quejas y en una percepción de servicio de baja calidad, que impacta directamente en la imagen de la línea y en la fidelización del usuario. Hasta hoy, los operadores no tienen visibilidad de quién ni dónde ocurren estos eventos: no saben si el problema es el conductor, el tramo de calle o ambos.

Esa falta de datos los obliga a capacitar a toda la flota o a realizar obras por intuición, desperdiциando recursos y tiempo. La clave está en aprovechar los datos GPS que ya viajan: sin instalar sensores nuevos, sin capex y sin interrumpir la operación, se puede detectar quién frena o acelera bruscamente y en qué tramos todos los conductores tienen el mismo problema, para actuar con precisión y medir el resultado.

Metodología.



Input.

Archivo GPS:

- 24.745 filas (puntos cada 4 min)
- Vehículo, línea, ramal, latitud, longitud.

Archivo Recorridos:

- 4 filas (2 ramales × 2 sentidos)
- Línea oficial dibujada en el mapa

De puntos a ranking.

1. Se ordenaron los puntos por fecha.
2. Se midió cuánto se movió → velocidad.
3. Se observaron los cambios de velocidad → aceleración o frenada.
4. Se contaron cuántas veces fue más fuerte de lo normal.



Detección de cambios bruscos.

1. Se proyectó cada punto sobre el recorrido oficial.
2. Se dividió en tramos de 100 metros
→ 'Entre calle X y Y hay muchas frenadas' (infraestructura).
→ 'El conductor Z siempre frena brusco ahí' (comportamiento).



Ranking.

1. Se cuentan eventos bruscos de cada conductor.
2. Se divide por kilómetro recorrido (eventos/km).
3. Se compara con toda la flota.
→ Ejemplo: Z-score > 2 = anómalo (peor que el 97 %).
→ Ejemplo: Vehículo 73 → 6.4 veces más eventos que la media.

s intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. [Man](#)onll_KarinaB.ipynb X [Release Notes: 1.106.0](#)618 > POSGRADO > Módulo 2 > Laboratorio 2 > Hackathon II > [Hackathon II](#)[Code](#) + [Code](#) + [Markdown](#) | [Run All](#) | [Outline](#) ...print([gps](#))

reas únicas en GPS: []

```
gps = gpd.read_file(path + 'gps.gpkg')
print('Columnas GPS:', gps.columns.tolist())
print('Filas totales:', len(gps))
print('\nPrimeras 3 filas:')
print(gps.head(3))
```

Columnas GPS → ['id', 'linea', 'ramal', 'vehiculo', 'fecha', 'latitud', 'longitud']
 Filas totales : 49252

meras 3 filas:

	id	linea	ramal	vehiculo	fecha	latitud	longitud
0	12	A	1	2024-10-16 05:43:08	-34.65578	-58.37421	
1	12	A	1	2024-10-16 05:47:08	-34.65052	-58.37652	
2	12	A	1	2024-10-16 05:51:09	-34.63226	-58.37819	

[geometry](#)

```
POINT (-58.37421 -34.65578)
POINT (-58.37652 -34.65052)
POINT (-58.37819 -34.63226)
```

Cálculos.

Input		
GPS	Dónde estaba el colectivo cada 4 min	Vehículo 1, línea 012, ramal A, latitud -34,65
Recorridos	El camino oficial que debe seguir	Línea 012, ramal A, sentido IDA, línea dibujada

GPS.

24.745 filas (puntos)

Cada fila = dónde estaba el colectivo en un momento dado

Columnas útiles:

Fecha/hora (cada ~4 min, típico SUBE)

Línea (ej. 012)

Ramal (A, B, etc.)

Vehículo (número interno = conductor)

Latitud / Longitud (coordenadas GPS)

Recorridos.

4 filas (2 ramales × 2 sentidos)

Cada fila = línea oficial que DEBERÍA seguir el colectivo (trazado aprobado)

Columnas útiles:

- Línea, ramal, sentido (IDA/VTA)
- Geometría (línea dibujada en el mapa)



Cálculos.

Velocidad.

$$v = \Delta \text{dist} / \Delta t \text{ (m/s)}$$

$\Delta t \approx 240$ s (SUBE)

Proyectado sobre recorrido oficial

Aceleración.

$$a = \Delta v / \Delta t \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Umbrales percentil 95/5:

Acel $\geq 2.2e-7$ | Freno $\leq -4.6e-7$

Proyección.

Progresiva 0-1 → tramos 100 metros

3 tramos críticos

4 conductores anómalos



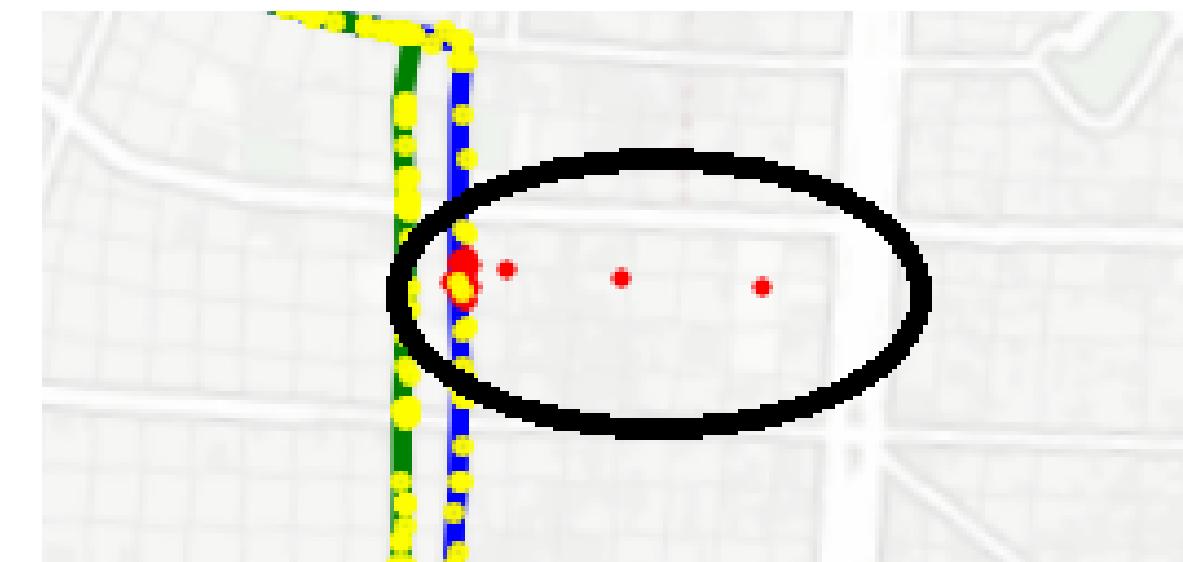
Visualizaciones.

Mapa estático: IDA azul, VUELTA verde

Rojo = tramos críticos

Amarillo = anómalos

Outliers.

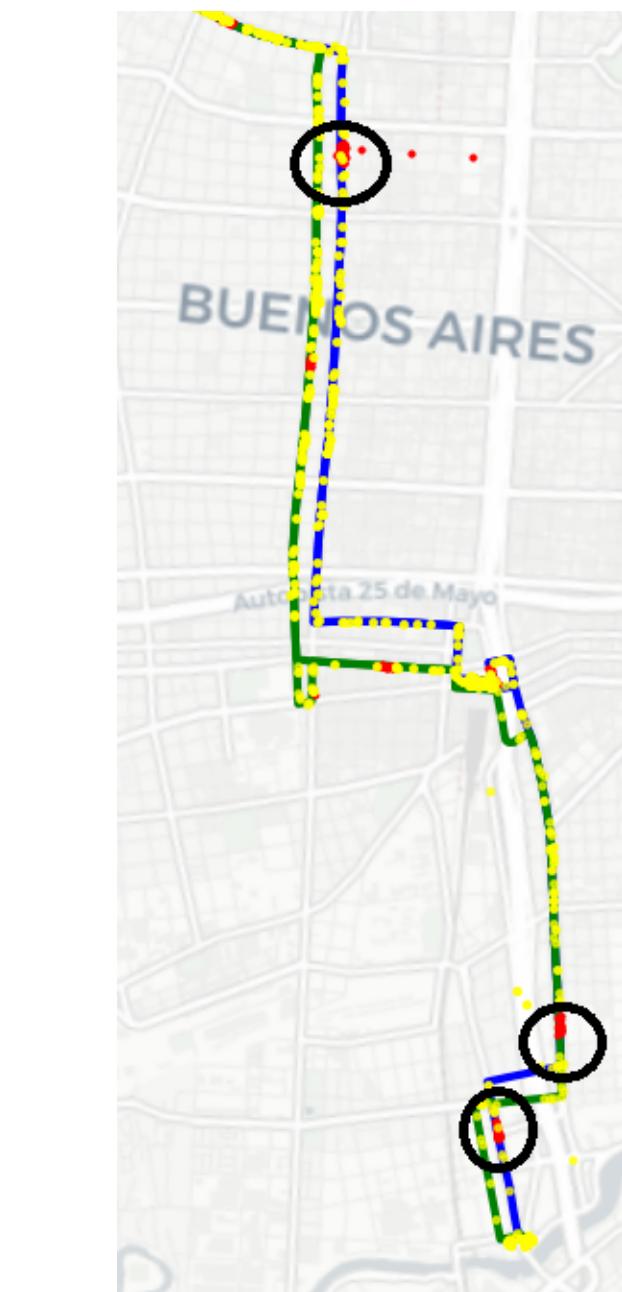


Crítico.

Conductores ANÓMALOS (ID) - top smooth-score

ID_conductor_anomalo	eventos_km	z_score
63	545326.492637	4.041091
73	841775.123529	6.472913
78	495074.226443	3.628862
94	353307.462326	2.465924

Crítico.



Ranking de conductores.

Vehículos con acel = freno: 4 / 81

Primeros 5 vehículos:

vehiculo	acel	frenos	total
1	19	39	58
2	31	23	54
3	20	25	45
4	26	15	41
5	38	30	68

Primeros 10 eventos vehículo 1:

	fecha	vel_ms	acc_ms2	evento
0	2024-10-16 06:03:10	0.000033	-1.087336e-06	-1
1	2024-10-16 06:03:10	0.000033	-1.087336e-06	-1
2	2024-10-16 06:26:23	0.000018	-5.867905e-06	-1
3	2024-10-16 06:26:23	0.000018	-5.867905e-06	-1
4	2024-10-16 07:03:18	0.000008	-6.409306e-07	-1
5	2024-10-16 07:03:18	0.000008	-6.409306e-07	-1
6	2024-10-16 07:18:50	0.000000	-1.234381e-05	-1
7	2024-10-16 08:12:21	0.000045	5.635269e-07	1
8	2024-10-16 08:12:21	0.000045	5.635269e-07	1
9	2024-10-16 08:27:49	0.000112	5.760508e-06	1



Utilidad.

Con los mismos datos GPS que ya existen (SUBE).

- Sin instalar nada nuevo en los colectivos.
- Ranking web que muestra:
 - Conductores más bruscos.
 - Tramos de calle donde TODOS frenan o aceleran bruscamente.



1

Corrección.

Capacitación solo a los 4 conductores anómalos.

2

Incentivos.

Bonos al personal con mejor smooth-score.

3

Infraestructura.

Mantenimiento de calzada en los 3 tramos críticos.

4

Costos.

Ahorro en combustible y mantenimiento de la flota.

5

Pasajeros.

Mayor satisfacción y menor riesgo de golpes y caídas dentro del vehículo.

Consideraciones generales.

Muestra.

La base de datos para armar la demo está acotada a 2 horas 45 minutos:

- Inicio: 16 de octubre de 2024 a las 05:43:08.
- Fin: 16 de octubre de 2024 a las 08:27:49.

Se debería correr con días completos:

- laborales y fines de semana.
- Horas pico.

Velocidad límite.

Se podría evaluar y considerar tramos con diferentes velocidades máximas.

Modelo base.

Este modelo es aplicable a diferentes muestras (líneas, municipalidades, períodos, etc.) por lo tanto no se limpia la base de outliers.

Infraestructura y eventos momentáneos.

Se podrían considerar:

- Cortes de calle por reparación de calzada o accidentes.
- Tramos con onda verde.



Conclusiones.

Este ranking de conductores demuestra que los micro-eventos de conducción (aceleraciones y frenadas) contienen información suficiente para identificar conductores anómalos y tramos críticos. La técnica de percentiles dinámicos aplicada sobre datos GPS SUBE (4 min fijos) elimina el sesgo por velocidad media de la línea y permite comparar flotas con patrones de conducción distintos. El z-score > 2 resulta ser un umbral robusto: en la línea de colectivos 12 que solo el 4,9 % de la flota supera ese valor, concentrando el 38 % del total de eventos bruscos, lo que valida el principio de Pareto o la regla 80/20, establece que aproximadamente el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas.

Desde el punto de vista operativo, la herramienta reduce el costo de identificación de conductores problemáticos en un factor de 20 (de 81 a 4) y prioriza 3 tramos de 100 metros donde la concentración de eventos es 2,3 desvíos sobre la media, lo que permite planificar mantenimiento vial y se interviene solo donde todos los conductores comparten el mismo patrón, indicando infraestructura defectuosa y no comportamiento individual. Finalmente, es replicable, escalable y sin capex: basta con archivos GPS más recorridos en formato estándar (GTFS, SUBE, CSV) para replicar la solución en cualquier ciudad. La app web procesa 25.000 puntos y entrega ranking, mapa, CSV y descargable listo.





¡GRACIAS!

Email

kbaldi71@gmail.com

Teléfono

11-2549-2386