

Análisis de datos de movilidad del transporte público de Montevideo

8vas Jornadas de Latinoamérica y el Caribe de gvSIG

Renzo Massobrio Sergio Nesmachnow

Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay



- 1 ¿Quiénes somos?
- 2 El transporte público y la movilidad
- 3 ¿Qué pasa en Montevideo?
- 4 Casos de estudio

- 1 ¿Quiénes somos?
- 2 El transporte público y la movilidad
- 3 ¿Qué pasa en Montevideo?
- 4 Casos de estudio

Áreas de investigación

- Computación de alto desempeño
- Resolución de problemas de optimización complejos

Cluster FING

- Infraestructura de cómputo de alto desempeño
- +550 núcleos de cómputo, +1.28 TB RAM
- +8 millones de horas de cómputo (setiembre 2016)



- 1 ¿Quiénes somos?
- 2 El transporte público y la movilidad
- 3 ¿Qué pasa en Montevideo?
- 4 Casos de estudio

Problemas de movilidad urbana

“We’re ignoring the crisis of our most democratic public transport: buses”

J. Harris, The Guardian, 24/08/15

“Una ciudad latinoamericana, entre las que tienen el peor tráfico del mundo durante las horas pico”

A. Petroff, C. Riley, CNN, 23/03/16

“Director de Movilidad: 'Lo que pasa en 18 de Julio es el emblema de la ineficiencia' ”

C. Delisa, El Observador, 26/09/16



Causa principal

Incapacidad de los **sistemas de transporte público** para satisfacer las necesidades de un **número creciente de usuarios** (Grava, 2002).

¿Por dónde empezar?

Es necesario entender la **situación actual** del transporte público para intentar mejorarla.

Enfoque tradicional: encuestas, conteo de pasajeros, fiscalización de horarios → **Costoso, ineficiente, información desactualizada y sesgada.**

Sistemas de Transporte Inteligente (Intelligent Transportation Systems, ITS)

Componente fundamental en “smart cities”.

Generan una **gran cantidad de datos** acerca del transporte y la movilidad en las ciudades (Figueiredo et al., 2001).

¿Por dónde empezar?

Es necesario entender la **situación actual** del transporte público para intentar mejorarla.

Enfoque tradicional: encuestas, conteo de pasajeros, fiscalización de horarios → **Costoso, ineficiente, información desactualizada y sesgada.**

Sistemas de Transporte Inteligente (Intelligent Transportation Systems, ITS)

Componente fundamental en “smart cities”.

Generan una **gran cantidad de datos** acerca del transporte y la movilidad en las ciudades (Figueiredo et al., 2001).



- 1 ¿Quiénes somos?
- 2 El transporte público y la movilidad
- 3 ¿Qué pasa en Montevideo?
- 4 Casos de estudio

Plan de Movilidad Urbana

Objetivo: reestructurar y modernizar el transporte urbano en la ciudad (Intendencia de Montevideo, 2010).

Visión integral del transporte público de Montevideo en el *Sistema de Transporte Metropolitano (STM)*.

Autobuses con **unidades GPS** y **tarjeta inteligente** para pagar viajes.



Datos abiertos

- Líneas
- Paradas
- Horarios
- Vías de tránsito
- Barrios y zonas



Disponibles en: catalogodatos.gub.uy

Convenio IM → FING

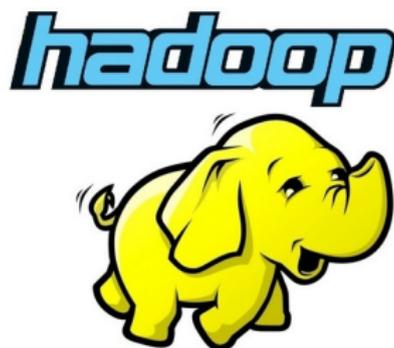
Registros completos del año 2015 (~ 200 GB):

- Posición GPS y velocidad de buses (~10-30 seg.)
- Ventas con/sin tarjeta STM (**usuarios anónimos**)

- 1 ¿Quiénes somos?
- 2 El transporte público y la movilidad
- 3 ¿Qué pasa en Montevideo?
- 4 Casos de estudio

Software utilizado

- Python (scipy, matplotlib, etc.)
- QGIS (Python API)
- Programación distribuida: Hadoop y dispy
- Optimización: ECJ



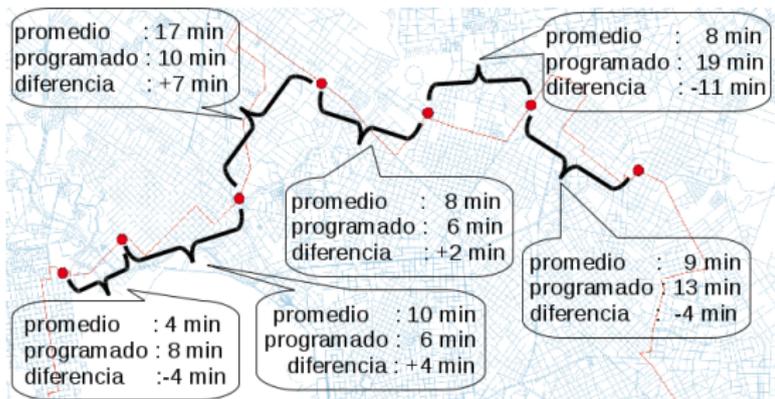
Caso 1: Calidad de servicio de los autobuses

Procesamiento en la nube (Hadoop) de datos de GPS de autobuses para calcular métricas de QoS (Massobrio et al., 2016).



Caso 1: Calidad de servicio de los autobuses

Procesamiento en la nube (Hadoop) de datos de GPS de autobuses para calcular métricas de QoS (Massobrio et al., 2016).



Demoras de la línea 195 utilizando 6 meses de datos históricos

Procesar 60GB: **6 horas** → **14 minutos** (usando 24 núcleos).

Caso 2: Estimación de matrices origen-destino (OD)

Matrices OD

Indican la cantidad de personas desplazándose entre zonas de la ciudad en un período de tiempo.

Propuesta

Estimar matrices OD a partir de venta de boletos con tarjetas STM (Fabbiani et al., 2016).

Principal desafío: los pasajeros validan su tarjeta al abordar pero no al descender. **Es necesario estimar el destino.**

Solución

Reconstruir la secuencia de viajes abonados con tarjetas inteligentes. Se distinguen dos casos: **trasbordos** y **viajes directos**.

Caso 2: Estimación de matrices origen-destino (OD)

Matrices OD

Indican la cantidad de personas desplazándose entre zonas de la ciudad en un período de tiempo.

Propuesta

Estimar matrices OD a partir de venta de boletos con tarjetas STM (Fabbiani et al., 2016).

Principal desafío: los pasajeros validan su tarjeta al abordar pero no al descender. **Es necesario estimar el destino.**

Solución

Reconstruir la secuencia de viajes abonados con tarjetas inteligentes. Se distinguen dos casos: **trasbordos** y **viajes directos**.

Caso 2: Estimación de matrices origen-destino (OD)

Matrices OD

Indican la cantidad de personas desplazándose entre zonas de la ciudad en un período de tiempo.

Propuesta

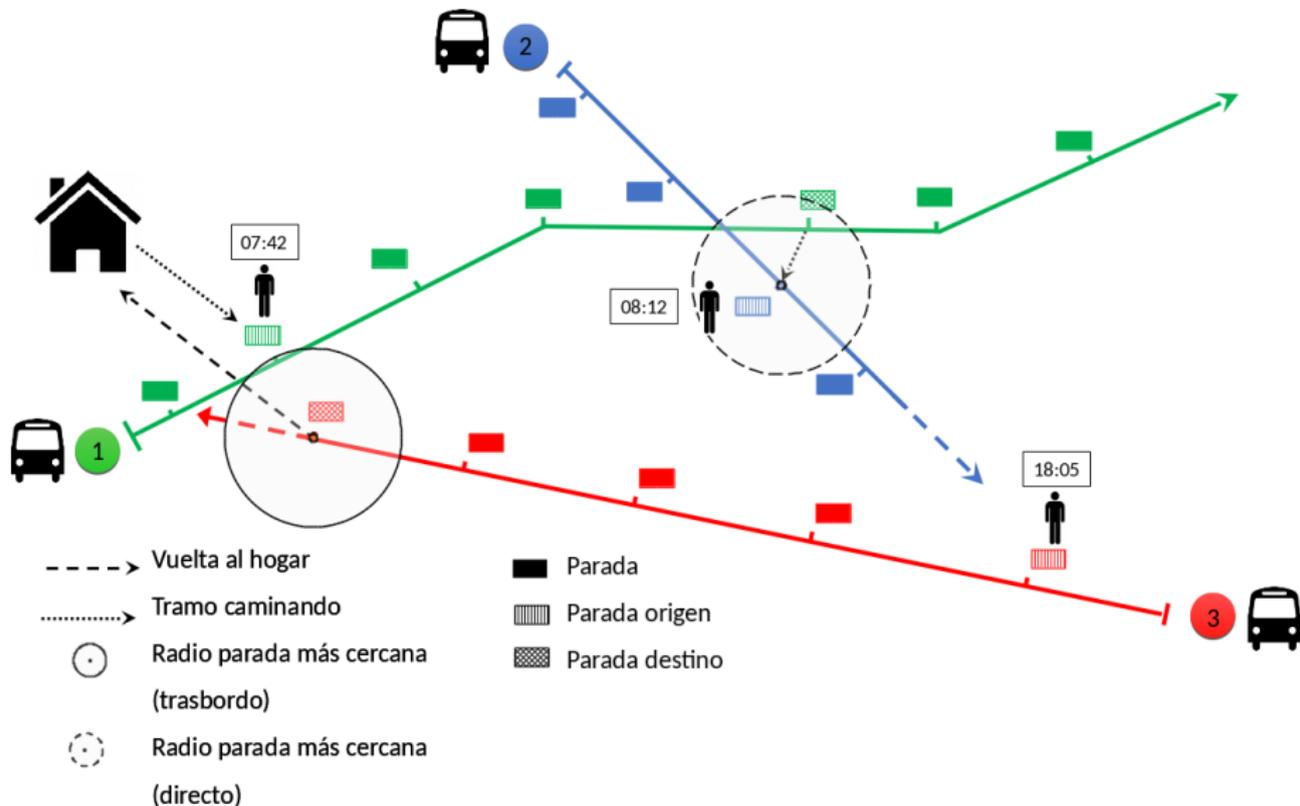
Estimar matrices OD a partir de venta de boletos con tarjetas STM (Fabbiani et al., 2016).

Principal desafío: los pasajeros validan su tarjeta al abordar pero no al descender. **Es necesario estimar el destino.**

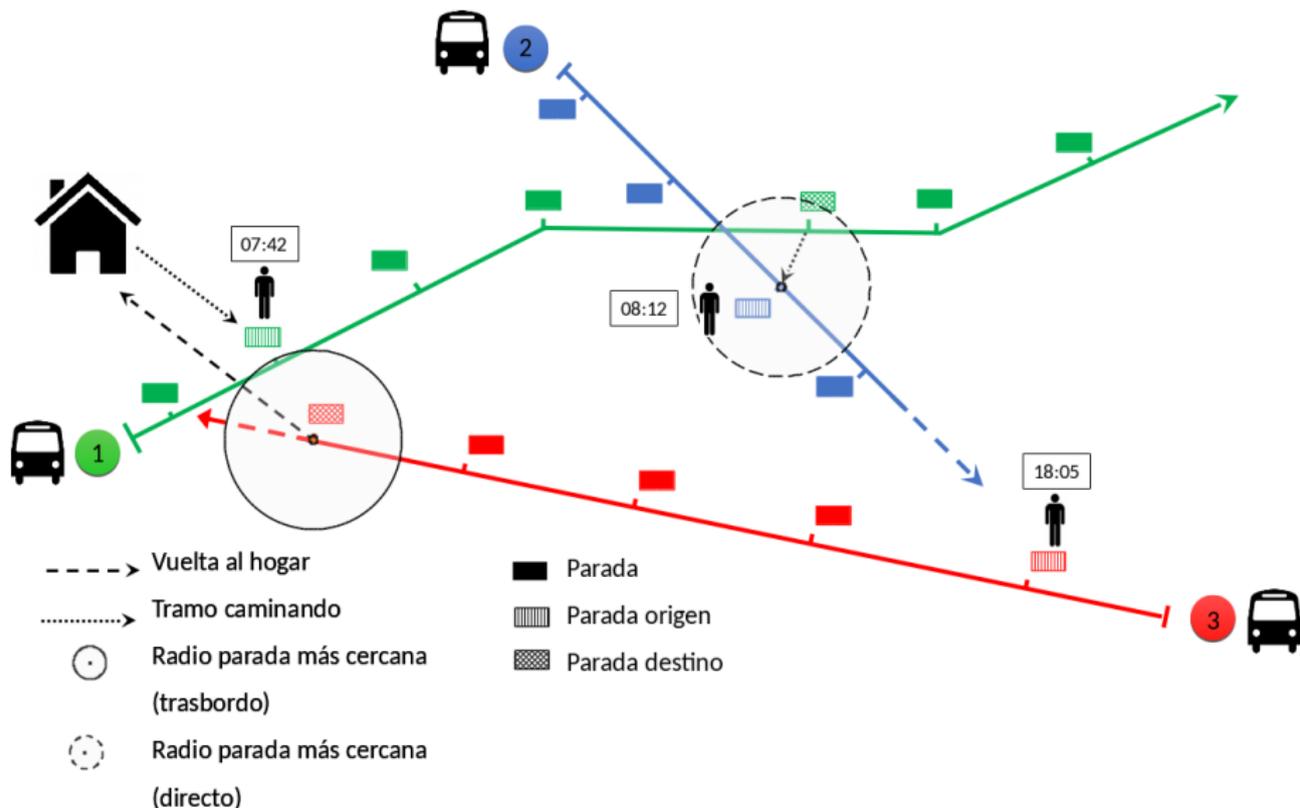
Solución

Reconstruir la secuencia de viajes abonados con tarjetas inteligentes. Se distinguen dos casos: **trasbordos** y **viajes directos**.

Caso 2: Estimación de matrices origen-destino (OD)



Caso 2: Estimación de matrices origen-destino (OD)

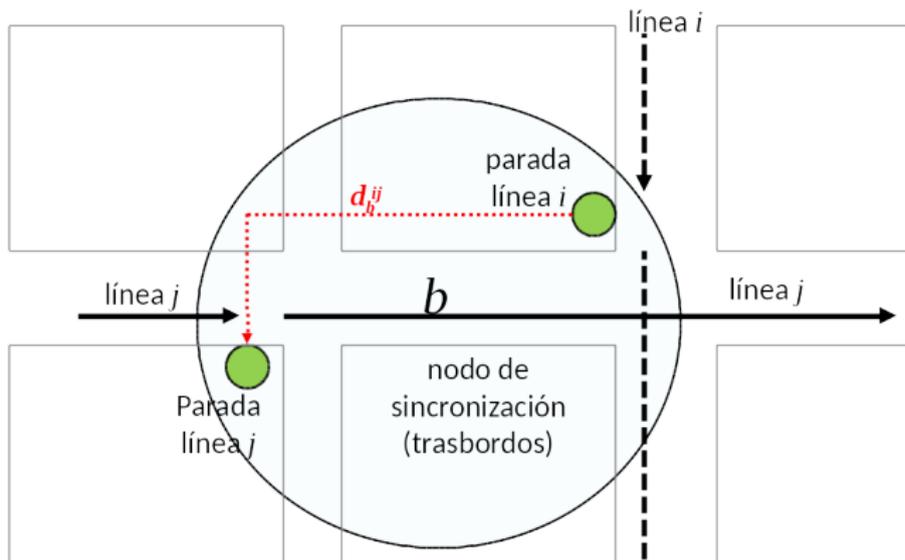


Un mes de datos de ventas: 18 días → 26 horas (24 núcleos).

Caso 3: Sincronización de horarios

Planificación de horarios para mejorar la sincronización en puntos con alta demanda. Se distinguen dos casos:

- Evitar el agrupamiento de autobuses (*bus-bunching*) de líneas que comparten recorrido [setosa.io/bus/].
- Sincronizar horarios para **minimizar espera** en paradas con alta demanda de trasbordos.





Departamento de Movilidad, Intendencia de Montevideo.

Plan de movilidad urbana: hacia un sistema de movilidad accesible, democrático y eficiente.

Intendencia de Montevideo, 2010.



E. Fabbiani, P. Vidal, R. Massobrio, and S. Nasmachnow.

Distributed Big Data analysis for mobility estimation in Intelligent Transportation Systems. In *Latin American High Performance Computing Conference*, 2016.



L. Figueiredo, I. Jesus, J. Machado, J. Ferreira, and J. M. de Carvalho.

Towards the development of intelligent transportation systems.

In *Intelligent Transportation Systems*. IEEE, 2001.



S. Grava.

Urban Transportation Systems.

McGraw-Hill Education, 2002.



R. Massobrio, A. Pías, N. Vázquez, and S. Nasmachnow.

Map-Reduce for Processing GPS Data from Public Transport in Montevideo, Uruguay.

In *2^{do} Simposio Argentino de Grandes Datos*, 2016.

Muchas gracias

