

Modelación de tráfico vehicular

Proponiendo un horario nocturno para Transantiago

Kameron Decker Harris

Marcela Munizaga, U. de Chile

Carolina Palma, Transantiago

Mauricio Zuñiga, U. de Chile

Daniel Fischer, U. de Chile

August 6, 2010

1 Introducción

- El gran problema
- Objetivo

2 Red de servicios nocturnos

- Estadísticas
- Modelo

3 Resultados preliminarios/aquí he llegado

- Datos
- Modelo
- Visualizaciones
- Salidas a terreno

Recuerdas Transantiago? (Febrero 2007)

La básica:

- > 300 rutas (con ida y regreso + variantes)
- ~ 6000 buses cada día
- ~ 10000 paraderos

Datos únicos

- emisión GPS cada ~ 30 s y transmitido en vivo
- transacciones bip!

Recuerdas Transantiago? (Febrero 2007)

La básica:

- > 300 rutas (con ida y regreso + variantes)
- ~ 6000 buses cada día
- ~ 10000 paraderos

Datos únicos

- emisión GPS cada ~ 30 s y transmitido en vivo
- transacciones bip!

└ Introducción

└ El gran problema

Transantiago: antes



http://www.flickr.com/photos/metropolis_ppcm/4156975836/

└ Introducción

└ El gran problema

Transantiago: después



<http://www.freewebs.com/transantiago/losbuses.htm>

└ Introducción

└ El gran problema

Transanfiasco

Ahora lo deben conocer!

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: **frequencias programadas** (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario o “timetable” nocturno

Un horario nocturno **no existe!** (no existe ninguno)

Sería bueno porque

- horarios fijos son más importantes cuando hay menos frecuencias, como de noche
- red pequeña \implies matemáticamente factible
- el usuario puede mejor planificar sus viajes

Ahora: frecuencias programadas (pero cumplidas a veces)

Se espera ofrecer mejor servicio con los mismos recursos

Horario “óptimo”

Meta

Escoger tiempos de llegada y espera en los paraderos para que

- buses cumplan con demanda
- trasbordos estén sincronizados

Tradicionalmente, horarios escogidos a mano

Algoritmos heurísticos pueden hallar soluciones de modelos suficientemente óptimas en redes realísticas

Horario “óptimo”

Meta

Escoger tiempos de llegada y espera en los paraderos para que

- buses cumplan con demanda
- trasbordos estén sincronizados

Tradicionalmente, horarios escogidos a mano

Algoritmos heurísticos pueden hallar soluciones de modelos suficientemente óptimas en redes realísticas \Leftarrow nueva técnica!

Tamaño del problema

	entre 1:00 y 5:30	% muestra total
pos. GPS	935.950	< 1
paraderos	4.883	48
rutas	117	18

36.056.735 transacciones bip! fueron usadas para calcular viajes para una matriz de origen destino

(Estas cifras: primera semana de marzo, 2009)

Formulación, 1

En todo problema de optimización, se minimiza la

Función objetivo

- suma de tiempos de viaje y espera (modelados)
con factor que penaliza tiempos excesivos

bajo unas

Restricciones

- frecuencias o total de buses
- divisiones de tiempo (5 min?)

Formulación, 2

Red

Los recorridos ocurren sobre un grafo (no-simple, dirigido) en lo cual

- los vértices son paraderos
- los enlaces entre paraderos tienen una geometría que viene de las calles que conectan tales paraderos

Para esta optimización, fijamos las rutas como son (no jugamos con la red misma).

Modelo de viajes, 1

Para esto, tenemos que suponer algo del comportamiento de usuarios

- estructura espacio-temporal de llegadas a los orígenes de viajes
- cómo escogen el bus que le sirve
- etapas de viaje (determinan trasbordos)
- si caminan entre paraderos

Mucha de esta información se midió en las transacciones bip!, para el trabajo de memoria de Daniel Fischer (matriz origen-destino).

Modelo de viajes, 1

Para esto, tenemos que suponer algo del comportamiento de usuarios

- estructura espacio-temporal de llegadas a los orígenes de viajes
- cómo escogen el bus que le sirve
- etapas de viaje (determinan trasbordos)
- si caminan entre paraderos

Mucha de esta información se midió en las transacciones bip!, para el trabajo de memoria de Daniel Fischer (matriz origen-destino).

Modelo de viajes, 1

Para esto, tenemos que suponer algo del comportamiento de usuarios

- estructura espacio-temporal de llegadas a los orígenes de viajes
- cómo escogen el bus que le sirve
- etapas de viaje (determinan trasbordos)
- si caminan entre paraderos

Mucha de esta información se midió en las transacciones bip!, para el trabajo de memoria de Daniel Fischer (matriz origen-destino).

Modelo de viajes, 1

Para esto, tenemos que suponer algo del comportamiento de usuarios

- estructura espacio-temporal de llegadas a los orígenes de viajes
- cómo escogen el bus que le sirve
- etapas de viaje (determinan trasbordos)
- si caminan entre paraderos

Mucha de esta información se midió en las transacciones bip!, para el trabajo de memoria de Daniel Fischer (matriz origen-destino).

Modelo de viajes, 1

Para esto, tenemos que suponer algo del comportamiento de usuarios

- estructura espacio-temporal de llegadas a los orígenes de viajes
- cómo escogen el bus que le sirve
- etapas de viaje (determinan trasbordos)
- si caminan entre paraderos

Mucha de esta información se midió en las transacciones bip!, para el trabajo de memoria de Daniel Fischer (matriz origen-destino).

Modelo de viajes, 1

Para esto, tenemos que suponer algo del comportamiento de usuarios

- estructura espacio-temporal de llegadas a los orígenes de viajes
- cómo escogen el bus que le sirve
- etapas de viaje (determinan trasbordos)
- si caminan entre paraderos

Mucha de esta información se midió en las transacciones bip!, para el trabajo de memoria de Daniel Fischer (matriz origen-destino).

Modelo de viajes, 2

También tenemos que modelar la dinámica de los buses

- tiempos de viaje entre paraderos (datos)
- tiempo de espera en paraderos (jugar en la optimización?)
- variabilidad, estocasticidad (difícil – probablemente no)

Modelo de viajes, 2

También tenemos que modelar la dinámica de los buses

- tiempos de viaje entre paraderos (datos)
- tiempo de espera en paraderos (jugar en la optimización?)
- variabilidad, estocasticidad (difícil – probablemente no)

Modelo de viajes, 2

También tenemos que modelar la dinámica de los buses

- tiempos de viaje entre paraderos (datos)
- tiempo de espera en paraderos (jugar en la optimización?)
- variabilidad, estocasticidad (difícil – probablemente no)

Modelo de viajes, 2

También tenemos que modelar la dinámica de los buses

- tiempos de viaje entre paraderos (datos)
- tiempo de espera en paraderos (jugar en la optimización?)
- variabilidad, estocasticidad (difícil – probablemente no)

Analizando los datos

Hasta ahora, gran parte de mi tiempo se ha invertido en armar un buen sistema para analizar los datos.

Aprendí usar el lenguaje estadístico **R**

Éste comunica con la información en la base de datos

PostgreSQL + PostGIS (conciencia espacial)

Analizando los datos

Hasta ahora, gran parte de mi tiempo se ha invertido en armar un buen sistema para analizar los datos.

Aprendí usar el lenguaje estadístico **R**

Éste comunica con la información en la base de datos

PostgreSQL + PostGIS (conciencia espacial)

Analizando los datos

Hasta ahora, gran parte de mi tiempo se ha invertido en armar un buen sistema para analizar los datos.

Aprendí usar el lenguaje estadístico **R**

Éste comunica con la información en la base de datos

PostgreSQL + PostGIS (conciencia espacial)

Nagel-Schreckenberg – modelo clásico

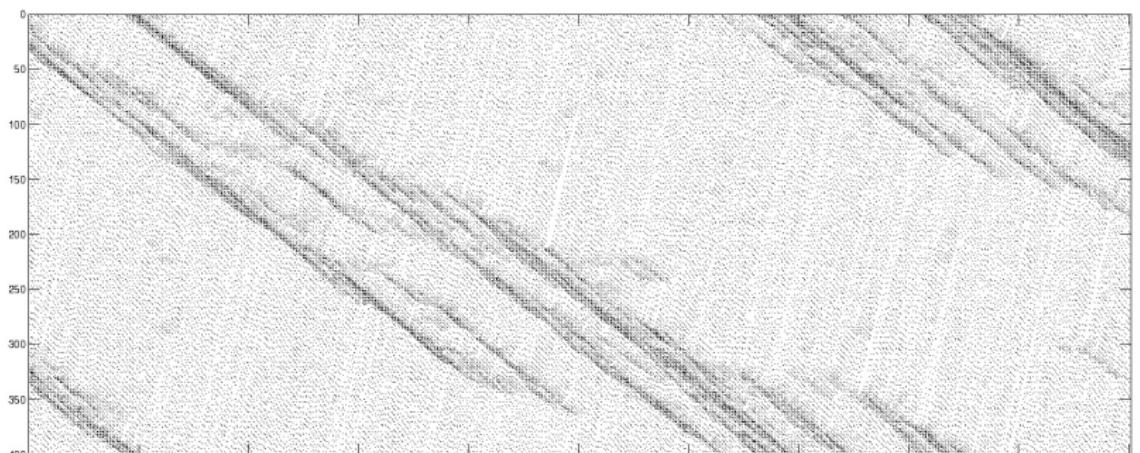
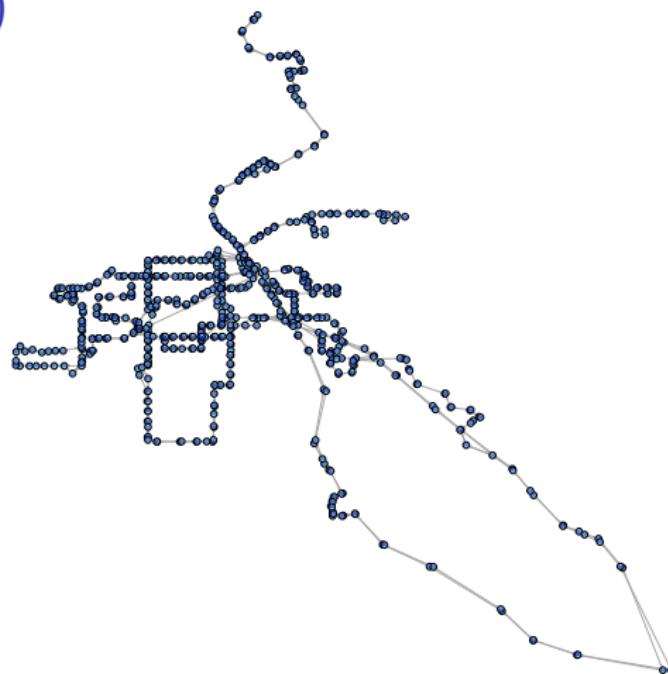


diagrama espacio-tiempo (ejes y-x)

Implementé el modelo NaSch, y también exploré uno con geometría doble ... no era muy interesante.

GTFS (Denver)



Hay más que 170 redes de tránsito urbano en este formateo.
Transantiago no es una.

└ Resultados preliminarios/aquí he llegado

└ Visualizaciones

Google Earth, 1



image credit: Marcela Munizaga et al.

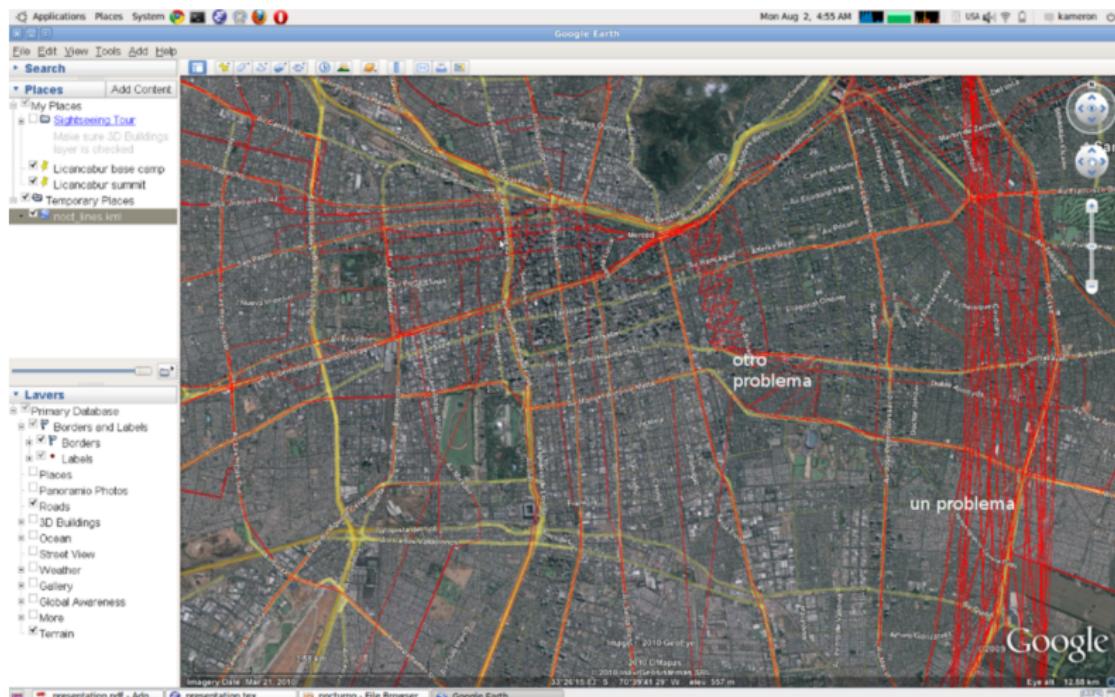
Kameron Decker Harris

17/20

└ Resultados preliminares/aquí he llegado

└ Visualizaciones

Google Earth, 2



... y salidas a terreno, por supuesto!





Gracias! Preguntas?

Gracias también al grupo de la U de Chile, Transantiago, Andrés Moreira, Eric Goles, y el Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso.