

Lecture 2: Modelo Monocéntrico

Big Data and Machine Learning en el Mercado Inmobiliario
Educación Continua

Ignacio Sarmiento-Barbieri

Universidad de los Andes

August 19, 2021

Agenda

- 1 Recap
- 2 Uso del Suelo
- 3 Modelo Monocéntrico
- 4 Para seguir leyendo
- 5 Break

Big Data and Machine Learning

¿Qué es Big Data y Machine Learning?

▶ ¿Qué es Big Data (las 3 V's) ?

- ▶ Volumen (n y k)
- ▶ Variedad
- ▶ Velocidad

▶ ¿Machine Learning?

$$y_i \approx \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} \quad (1)$$

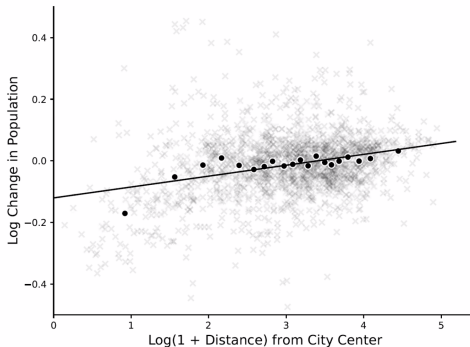
- ▶ \neq Estadística Clásica (Small Data?, Inferencia) $E(\hat{\beta}_j) = \beta_j$
- ▶ Predicción Robusta fuera de muestra: \hat{y}_{n+1} sea lo mas cercano posible a y_{n+1}
- ▶ $f(x) \stackrel{?}{=} \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}$

Motivación

Uso de Big Data

Mobility Gradient Shows Urban Flight

- ▶ Covid-19 prompted a large urban flight to suburbs over Feb 2020–Jun 2020
- ▶ Venpath cell phone data



Fuente: Gupta, A., Mittal, V., Peeters, J., & Van Nieuwerburgh, S. (2021). Flattening the curve: pandemic-induced revaluation of urban real estate (No. w28675). National Bureau of Economic Research.

Motivación

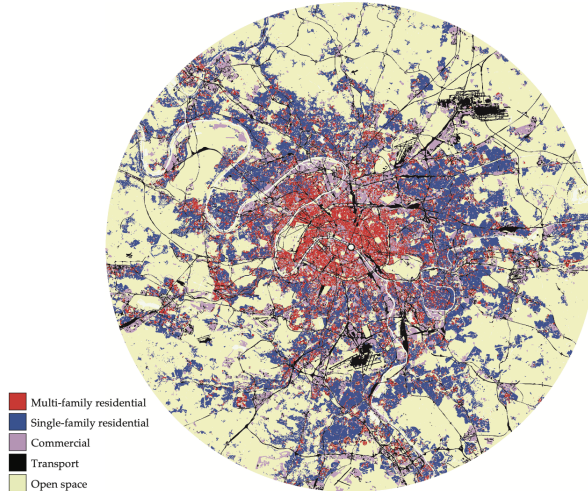
- ▶ El economista urbano busca formular de una explicación económica rigurosa para entender regularidades observadas en las estructuras espaciales de las ciudades del mundo real.
- ▶ En este curso la teoría nos va a guiar y usaremos herramientas Big Data y Machine Learning para entender patrones de las ciudades.
- ▶ El punto de partida va a ser estudiar el uso del suelo urbano.
- ▶ Nuestro 'swiss army knife' es el concepto de equilibrio espacial

Motivación

- ▶ El uso del suelo urbano es de fundamental importancia.
 - ▶ Por ejemplo, en EEUU usan aprox. 25% del gasto de consumo es en viviendas.
- ▶ Los hogares llevan a cabo actividades diferentes lugares: trabajan, duermen, juegan, van a la escuela, compran, visitan amigos, van al dentista, etc. diferentes lugares, la gente debe viajar entre ellos.
- ▶ Como resultado, el uso de la tierra y el transporte están íntimamente conectados.
 - ▶ En EEUU los individuos pasan entre un 5 y un 10 % de su día viajando
 - ▶ Dedicar el 18 % de su presupuesto al transporte

Motivación

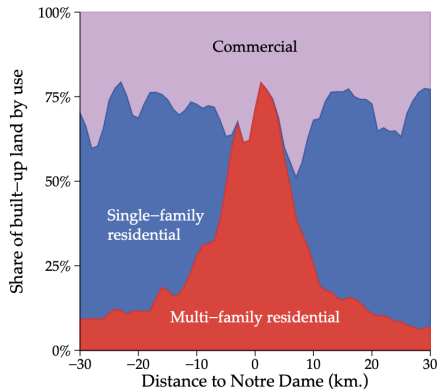
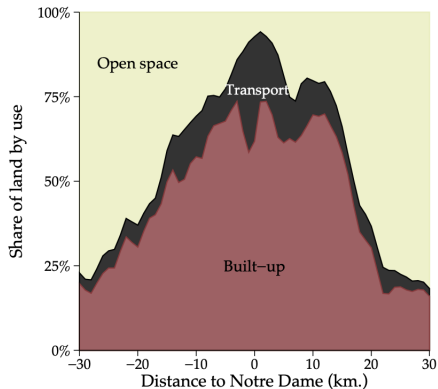
Uso de la tierra en París



Fuente: Duranton, G., & Puga, D. (2015). Urban land use. In Handbook of regional and urban economics (Vol. 5, pp. 467-560). Elsevier.

Motivación

Uso de la tierra en París



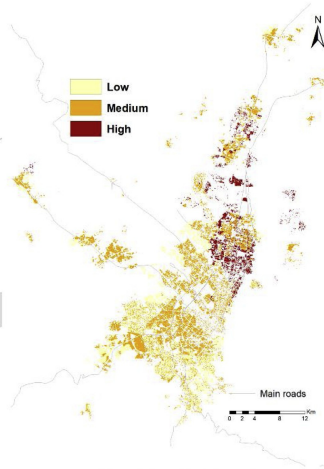
Fuente: Duranton, G., & Puga, D. (2015). Urban land use. In Handbook of regional and urban economics (Vol. 5, pp. 467-560). Elsevier.

Motivación

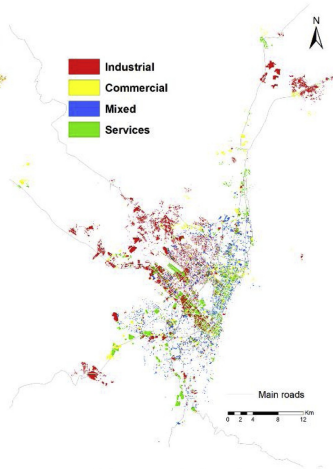
Uso de la tierra en Bogotá



Bogotá and municipalities



Residential land

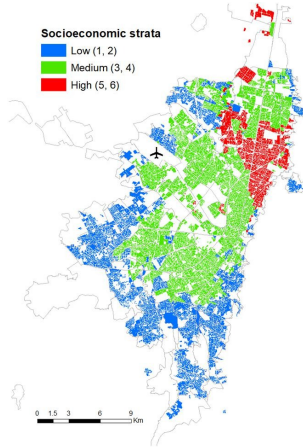


Economic land

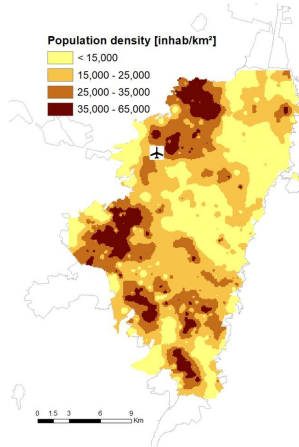
Fuente: Guzman, L. A., Arellana, J., Oviedo, D., & Aristizábal, C. A. M. (2021). COVID-19, activity and mobility patterns in Bogotá. Are we ready for a '15-minute city'? Travel Behaviour and Society, 24, 245-256.

Motivación

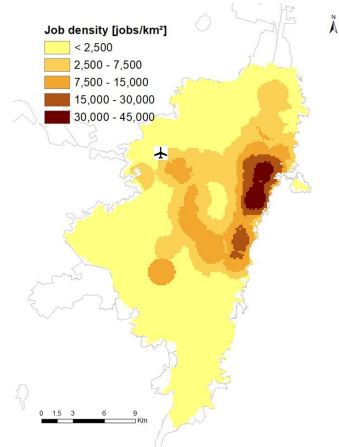
Uso de la tierra en Bogotá



Socioeconomic strata



Population density



Job density

Fuente: Guzman, L. A., Arellana, J., Oviedo, D., & Aristizábal, C. A. M. (2021). COVID-19, activity and mobility patterns in Bogotá. Are we ready for a '15-minute city'?. *Travel Behaviour and Society*, 24, 245-256.

Modelo Monocéntrico

Setup

En la versión mas simple, vamos a asumir

- ▶ un modelo monocéntrico
- ▶ una ciudad con forma circular
- ▶ la ciudad va a estar cerrada
 - ▶ La población es exógena y fija = N
 - ▶ Cuando la población se determina endógenamente → “modelo de ciudad abierta”

Modelo Monocéntrico

Setup

- ▶ Estos N trabajadores tiene que viajar a un punto del centro de la ciudad (CBD) donde trabajan
- ▶ Reciben un salario fijo w
- ▶ Los costos de transporte son una función de la distancia $t(d)$
- ▶ Estos N residentes usan L unidades de tierra:
 - ▶ Entonces en total usan NL unidades de tierra
 - ▶ Dado que la ciudad es un círculo esto tiene que ser igual a $\pi\bar{d}$, donde \bar{d} es la distancia máxima entre una casa y el centro de la ciudad

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{NL}{\pi}}$$

Modelo Monocéntrico

Setup

- ▶ Estos N habitantes de la ciudad maximizan utilidad que depende de
 - ▶ C consumo
 - ▶ L unidades de tierra

$$\max_C U(C, L)$$

- ▶ Los habitantes usan entonces L unidades de tierra, consumen C unidades, y viajan al centro de la ciudad (CBD) donde trabajan

Modelo Monocéntrico

- ▶ Los habitantes usan entonces L unidades de tierra, consumen C unidades, y viajan al centro de la ciudad (CBD) donde trabaja
- ▶ Esto implica que el consumo toma la siguiente forma

$$C = w - td - r(d)L \quad (2)$$

- ▶ La renta de la tierra es $r(d)$ (costo de arrendarla por unidad, que es función de la distancia)

Modelo Monocéntrico

- ▶ Entonces podemos reescribir la función de utilidad como

$$\max_d U(w - td - r(d)L, L) \quad (3)$$

- ▶ Las FOC

$$\frac{\partial U}{\partial d}(-t - \frac{\partial r}{\partial d}L) = 0 \quad (4)$$

$$r' = -\frac{t}{L} \quad (5)$$

Modelo Monocéntrico

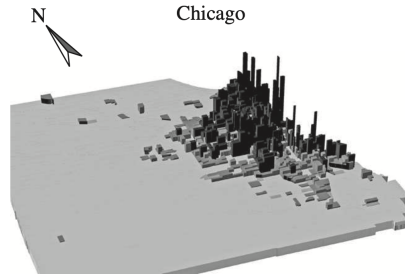
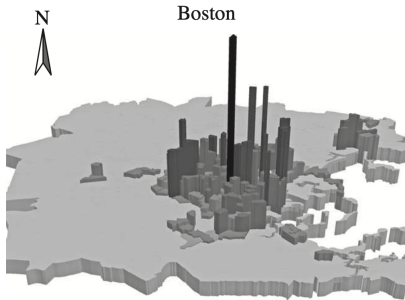
$$r' = -\frac{t}{L} \quad (6)$$

- ▶ La condición de equilibrio nos dice que la renta de la tierra
- ▶ El supuesto de que los costos de transporte son lineales implica que el gradiente de la renta es lineal

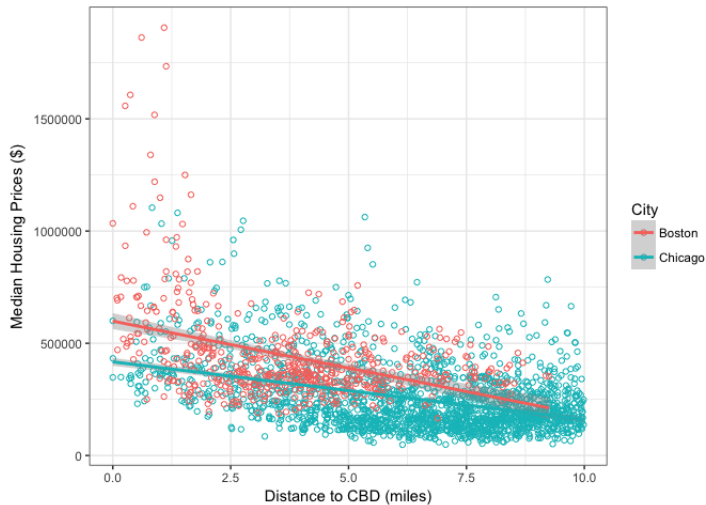
$$r(d) = r(0) - \frac{td}{L} \quad (7)$$

- ▶ La predicción clave del modelo es que las rentas de la tierra declinan con la distancia al CBD

Modelo Monocéntrico



Modelo Monocéntrico



Modelo Monocéntrico

- ▶ Para cerrar el modelo tenemos que resolver $r(0)$.
- ▶ Para hacerlo asumimos que hay un uso alternativo de la tierra (\underline{r}), y esto naturalmente va a ser el nivel de renta en el borde de la ciudad

$$\underline{r} = r(\bar{d}) = r(0) - \frac{t\bar{d}}{L}$$

$$r(0) = \underline{r} + \frac{t\bar{d}}{L}$$

Modelo Monocéntrico

- ▶ Asumimos tambien que hay N residentes que usan L unidades de tierra.
- ▶ Entonces el uso total es NL . La ciudad de es un circulo entonces:

$$NL = \pi \bar{d}^2$$

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{NL}{\pi}}$$

Modelo Monocéntrico

Entonces

$$r(0) = \underline{r} + \frac{t}{L} \sqrt{\frac{NL}{\pi}}$$

Por lo que la renta es igual a

$$r(d) = \underline{r} + \frac{t}{L} \left(\sqrt{\frac{NL}{\pi}} - d \right)$$

Modelo Monocéntrico

La utilidad en todos lados es

$$U \left(w - \underline{r} + \frac{t}{L} \left(\sqrt{\frac{NL}{\pi}} - d \right), d \right)$$

Notar que

- ▶ Creciente en salarios (w)
- ▶ Decreciente en
 - ▶ Renta alternativa (\underline{r}),
 - ▶ Costos de transporte (t), y
 - ▶ Población (N)

Modelo Monocéntrico

Agreguemos Transporte

Supongamos que tenemos 2 modos de transporte

- 1 No tiene costo fijo, pero tiene un costo por unidad de distancia \bar{t}
- 2 Tiene un costo fijo K y costo por unidad de distancia \underline{t} , de forma que $\bar{t} < \underline{t}$

Como los individuos quieren minimizar costos de viaje,

$$\min_d t(d) \tag{8}$$

va a elegir el modo 2 si y solo si

$$\bar{t}d > \underline{t}d + K$$

o si viven a una distancia mayor a

$$d > \frac{K}{(\bar{t} - \underline{t})}$$

Esto quiere decir que la gente que vive cerca de su trabajo camina o usa transporte público, evitándose el costo fijo K . Los que viven más lejos, van a estar dispuestos a pagar el costo fijo K para reducir el costo variable.

Modelo Monocéntrico

Agreguemos Transporte

Entonces dado que continua siendo cierto que

$$r'(d) = \frac{-t'(d)}{L}$$

La pendiente gradiente va a ser ahora

$$r'(d) = \begin{cases} -\frac{\bar{t}}{L} & d < \frac{K}{(\bar{t}-\underline{t})} \\ -\frac{\underline{t}}{L} & d > \frac{K}{(\bar{t}-\underline{t})} \end{cases}$$

Modelo Monocéntrico

Agreguemos Transporte

Entonces si

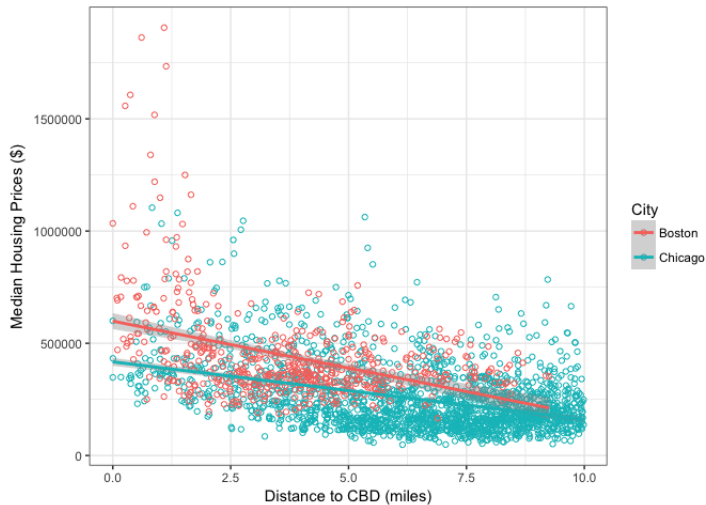
$$\sqrt{\frac{NL}{\pi}} > \frac{K}{(\bar{t} - \underline{t})}$$

esto quiere decir que algunos individuos usan autos, entonces el gradiente de la renta va a ser igual a

$$r'(d) = \begin{cases} \underline{r} + \frac{\bar{t}}{L} \left(\sqrt{\frac{NL}{\pi}} - d \right) & d < \frac{K}{(\bar{t} - \underline{t})} \\ \underline{r} + \frac{K}{L} + \frac{\bar{t}}{L} \left(\sqrt{\frac{NL}{\pi}} - d \right) & d > \frac{K}{(\bar{t} - \underline{t})} \end{cases}$$

Este gradiente va a ser convexo

Modelo Monocéntrico



Para seguir leyendo

- ▶ Duranton, G., & Puga, D. (2015). Urban land use. In Handbook of regional and urban economics (Vol. 5, pp. 467-560). Elsevier.
- ▶ Glaeser, E. L. (2008). Cities, agglomeration, and spatial equilibrium. Oxford University Press.
- ▶ Gupta, A., Mittal, V., Peeters, J., & Van Nieuwerburgh, S. (2021). Flattening the curve: pandemic-induced revaluation of urban real estate (No. w28675). National Bureau of Economic Research.
- ▶ Taddy, M. (2019). Business data science: Combining machine learning and economics to optimize, automate, and accelerate business decisions. McGraw Hill Professional
- ▶ Tom Shaffer The 42 V's of Big Data and Data Science.
<https://www.kdnuggets.com/2017/04/42-vs-big-data-data-science.html>

Volvemos en 5 min con R