

# Aprovechar la influencia geográfica en la recomendación colaborativa de puntos de interés (POI)

Mauricio Troncoso

Pontificia Universidad Católica de Chile

*mjtroncoso@uc.cl*

3 de noviembre de 2016

# Contexto


Redes sociales que cuentan con información geográfica (LBSN),  
como

- [www.foursquare.com](http://www.foursquare.com)
- [www.whrrl.com](http://www.whrrl.com)

## Foursquare


**FOURSQUARE** Fun Current Map View Log In Sign Up

1. **CorpArtes**  
9.4 Rosario Norte (660), Las Condes Entertainment  
Sara F. • March 12, 2015  
Excelente exposición (exhibits) de Yayoi Kusama desde el 7 de marzo de 2015.




Save

2. **Casa Museo La Chascona**  
8.5 Fernando Márquez de la Plata 0192 (Barrio Bellavista), Providencia Museum - \$\$  
Andres H. • July 31, 2013  
Super lindo (cute) y agradable el tour.




Save

3. **Club de la Republica**  
9.0 Marcoleta 659, Santiago Indie  
Javi D. • October 9, 2011  
Entre columnas... Desde Paraguay a Chile. Un triple y fraternal abrazo

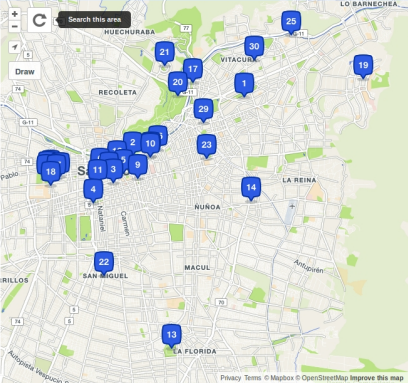


Save

4. **Jardines Palacio Cousiño**



Search this area




Privacy Terms © Mapbox © OpenStreetMap Improve this map

## Foursquare


**FOURSQUARE** Fun Current Map View Log In Sign Up

1. **CorpArtes**  
9.4 Rosario Norte (660), Las Condes Entertainment  
Sara F. • March 12, 2015  
Excelente exposición (exhibits) de Yayoi Kusama desde el 7 de marzo de 2015.




Save

2. **Casa Museo La Chasca**  
8.5 Fernando Márquez de la Plata 0192 (Barrio Bellavista), Providencia Museum - \$\$  
Andres H. • July 31, 2013  
Super lindo (cute) y agradable el tour.




Save

3. **Club de la Republica**  
9.0 Marcoleta 659, Santiago Indie  
Javi D. • October 9, 2011  
Entre columnas... Desde Paraguay a Chile. Un triple y fraternal abrazo

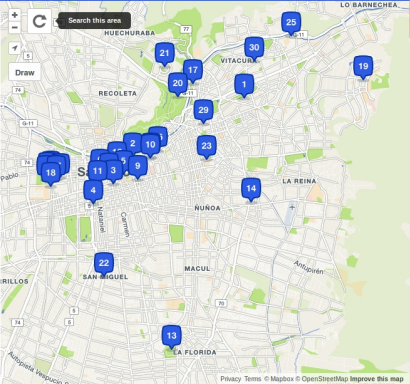


Save

4. **Jardines Palacio Cousiño**



Search this area



Map showing various neighborhoods in Santiago, Chile, including Huechuraba, Recoleta, Vitacura, La Reina, Nuncio, Macul, San Miguel, La Florida, and Antofagasta. Numerous blue pins with numbers (1-30) are scattered across the map, indicating check-in locations.

Privacy Terms © Mapbox © OpenStreetMap Improve this map

## Foursquare

The screenshot displays the Foursquare mobile application interface. At the top, there is a blue navigation bar with the Foursquare logo, a search bar, and buttons for 'Log In' and 'Sign Up'. Below the navigation bar, the main content is divided into two columns. The left column lists three venues, each with a rating, name, address, and a small thumbnail image. The right column shows a map of Santiago, Chile, with numerous blue location pins numbered 1 through 30. A red rectangular box highlights a cluster of pins in the Recoleta neighborhood, specifically around the intersection of Santa Rosa and Curruvillanca streets. The map also shows various city districts and landmarks.

**FOURSQUARE** Fun Current Map View Search Log In Sign Up

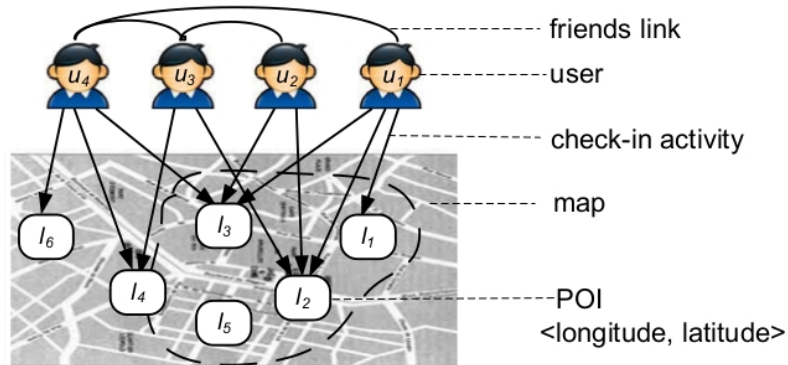
- CorpArtes** 9.4 Rosario Norte (660), Las Condes Entertainment  
Sara F. • March 12, 2015  
Excelente exposición (exhibits) de Yayoi Kusama desde el 7 de marzo de 2015.  
Save
- Casa Museo La Chasca** 8.5 Fernando Márquez de la Plata 0192 (Barrio Bellavista), Providencia Museum - \$\$  
Andres H. • July 31, 2013  
Super lindo (cute) y agradable el tour.  
Save
- Club de la Republica** 9.0 Marcoleta 659, Santiago Indie  
Javi D. • October 9, 2011  
Entre columnas... Desde Paraguay a Chile. Un triple y fraternal abrazo.  
Save
- Jardines Palacio Cousiño**

Map labels: HUECHURABA, RECOLETA, VITACURA, LA REINA, NURDA, SAN MIGUEL, MACUL, LA FLORIDA, Antipán, Autopista Laspuñuco e, Población, 6-11, 74, 11, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 29, 30, 19, 18, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

Privacy Terms © Mapbox © OpenStreetMap Improve this map

# Enfoque

Se adiciona la información social y personal de usuarios.



# Formulación

- Filtrado Colaborativo basado en usuarios

# Formulación

- Filtrado Colaborativo basado en usuarios
- Filtrado Colaborativo basado en amistades

$$\hat{c}_{i,j} = \frac{\sum_{u_k \in F_i} SI_{k,i} \cdot c_{k,j}}{\sum_{u_k \in F_i} SI_{k,i}},$$

donde  $\hat{c}_{i,j}$  es la probabilidad predicha del usuario  $u_i$  haciendo *check-in* en el sitio  $l_j$ .



# Formulación

- Filtrado Colaborativo basado en usuarios
- Filtrado Colaborativo basado en amistades

$$\hat{c}_{i,j} = \frac{\sum_{u_k \in F_i} SI_{k,i} \cdot c_{k,j}}{\sum_{u_k \in F_i} SI_{k,i}},$$

donde  $\hat{c}_{i,j}$  es la probabilidad predicha del usuario  $u_i$  haciendo *check-in* en el sitio  $l_j$ .

$F_i$  es el conjunto de amigos del usuario  $u_i$ .

# Formulación

- Filtrado Colaborativo basado en usuarios
- Filtrado Colaborativo basado en amistades

$$\hat{c}_{i,j} = \frac{\sum_{u_k \in F_i} SI_{k,i} \cdot c_{k,j}}{\sum_{u_k \in F_i} SI_{k,i}},$$

donde  $\hat{c}_{i,j}$  es la probabilidad predicha del usuario  $u_i$  haciendo *check-in* en el sitio  $l_j$ .

$F_i$  es el conjunto de amigos del usuario  $u_i$ .

$SI_{k,i}$  es el peso de influencia social que el usuario  $u_k$  tiene sobre  $u_i$ .

## Formulación

Cálculo de  $SI_{k,i}$ :

$$SI_{k,i} = \eta \cdot \frac{|F_k \cap F_i|}{|F_k \cup F_i|} + (1 - \eta) \cdot \frac{|L_k \cap L_i|}{|L_k \cup L_i|}, \quad \eta \in (0, 1),$$

con  $L_k$  el conjunto de POIs del usuario  $u_k$ .

## Formulación

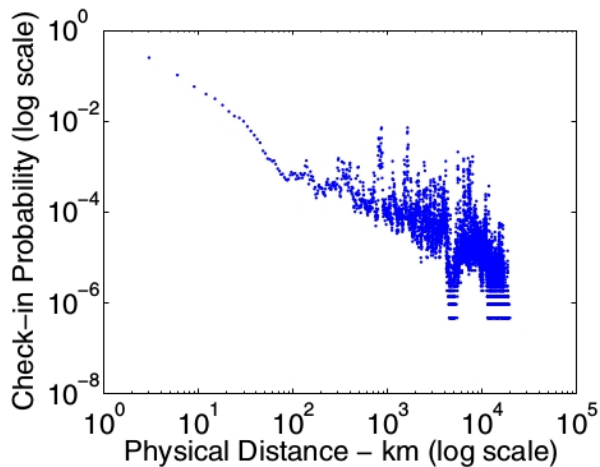
Cálculo de  $SI_{k,i}$ :

$$SI_{k,i} = \eta \cdot \frac{|F_k \cap F_i|}{|F_k \cup F_i|} + (1 - \eta) \cdot \frac{|L_k \cap L_i|}{|L_k \cup L_i|}, \quad \eta \in (0, 1),$$

con  $L_k$  el conjunto de POIs del usuario  $u_k$ .

Otra manera de calcular  $SI_{k,i}$  es mediante RWR (las probabilidades estacionarias de ir desde  $u_k$  a  $u_i$ ).

## Recomendación basada en influencia geográfica



(a) Foursquare

## Recomendación basada en influencia geográfica

Las probabilidades se ajustan bien a un modelo *power-law* de parámetros  $a$  y  $b$ .

$$y = ax^b$$

$$\log y = w_0 + w_1 \log x$$

$$y'(x', w) = w_0 + w_1 \cdot x'$$

## Recomendación basada en influencia geográfica

Las probabilidades se ajustan bien a un modelo *power-law* de parámetros  $a$  y  $b$ .

$$y = ax^b$$

$$\log y = w_0 + w_1 \log x$$

$$y'(x', w) = w_0 + w_1 \cdot x'$$

Luego el modelo busca encontrar  $w$  minimizando

$$\mathbb{E}(w) = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \{y'(x'_n, w) - t_n\}^2 + \frac{\lambda}{2} \|w\|^2$$

## Recomendación basada en influencia geográfica

Sea  $L_i$  el conjunto de POIs visitados por el usuario  $u_i$ , se define

$$\mathbb{P}(L_i) := \prod_{l_m, l_n \in L_i, m \neq n} \mathbb{P}(d(l_m, l_n)),$$

recordando que

$$\mathbb{P}(d(l_m, l_n)) = a \times d(l_m, l_n)^b$$



## Recomendación basada en influencia geográfica

Para predecir la probabilidad de visitar el POI  $l_j$ , se calcula

$$\mathbb{P}(l_j|L_i) = \frac{\mathbb{P}(l_j \cup L_i)}{\mathbb{P}(L_i)} = \frac{\mathbb{P}(L_i) \times \prod_{l_y \in L_i} \mathbb{P}(d(l_j, l_y))}{\mathbb{P}(L_i)}$$

$$\mathbb{P}(l_j|L_i) = \prod_{l_y \in L_i} \mathbb{P}(d(l_j, l_y))$$

## Fusión de los métodos

Sean  $S_{i,j}^u$ ,  $S_{i,j}^s$  y  $S_{i,j}^g$  las probabilidades de hacer *check-in* del usuario  $u_i$  en el POI  $l_j$  obtenida de la recomendación basada en usuarios, amistades y ubicación geográfica, respectivamente.

Se propone el ajuste lineal

$$S_{i,j} = (1 - \alpha - \beta)S_{i,j}^u + \alpha S_{i,j}^s + \beta S_{i,j}^g,$$

con  $0 \leq \alpha + \beta \leq 1$ .

## Datos

	Foursquare	Whrrl
Usuarios	153.577	5.892
POI	96.229	53.432
<i>density</i>	$4,24 \times 10^{-5}$	$2,72 \times 10^{-4}$

# Algoritmos

- FC basado en usuarios (U)

# Algoritmos

- FC basado en usuarios (U)
- FC basado en amistades (S)

# Algoritmos

- FC basado en usuarios (U)
- FC basado en amistades (S)
- Recomendación geográfica (G)

# Algoritmos

- FC basado en usuarios (U)
- FC basado en amistades (S)
- Recomendación geográfica (G)
- RWR

# Algoritmos

- FC basado en usuarios (U)
- FC basado en amistades (S)
- Recomendación geográfica (G)
- RWR
- US, UG



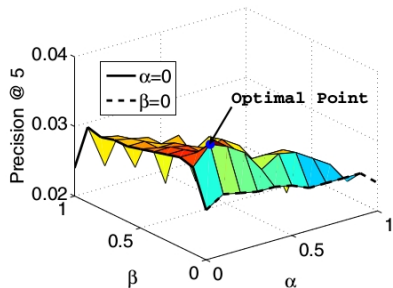
# Métricas

- $precision@N$
- $recall@N$

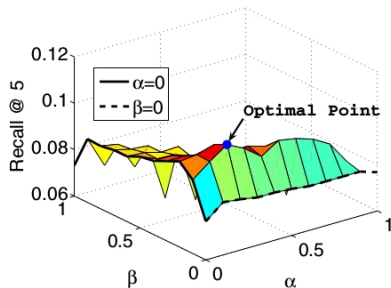
## Parámetros $\alpha$ y $\beta$

		Precision@5		Recall@5	
		$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
Foursquare	US	0.1	–	0.1	–
	UG	–	0.2	–	0.2
	USG	0.1	0.1	0.2	0.1
Whrrl	US	0.1	–	0.1	–
	UG	–	0.1	–	0.1
	USG	0.1	0.2	0.1	0.1

## Parámetros $\alpha$ y $\beta$

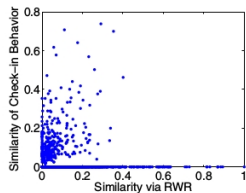


(a) Precision@5 - Foursquare

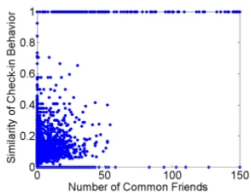


(b) Recall@5 - Foursquare

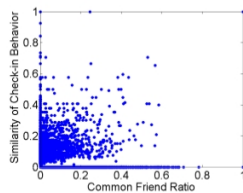
# Análisis de los datos



(a) Similarity computed via RWR - Foursquare

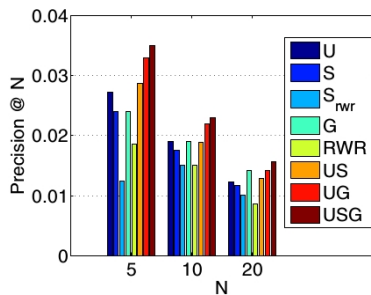


(b) Number of common friend - Foursquare

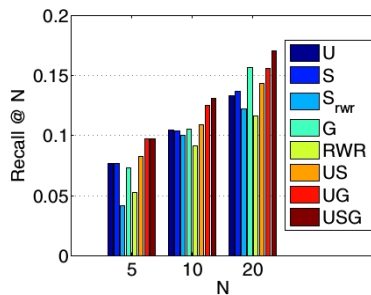


(c) Common friend ratio - Foursquare

# Resultados

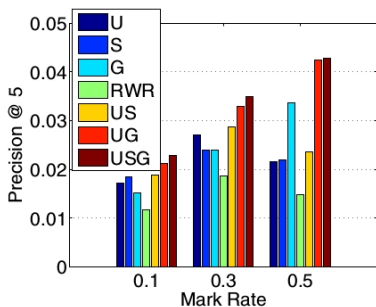


(a) Precision@N - Foursquare

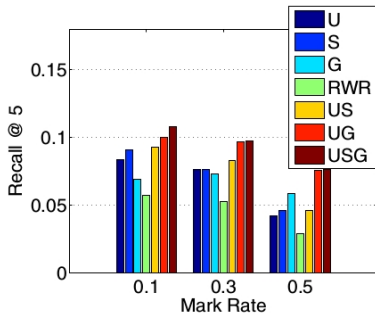


(b) Recall@N - Foursquare

## Cold Start Users



(a) Precision@5 - Foursquare



(b) Recall@5 - Foursquare

¿Preguntas?