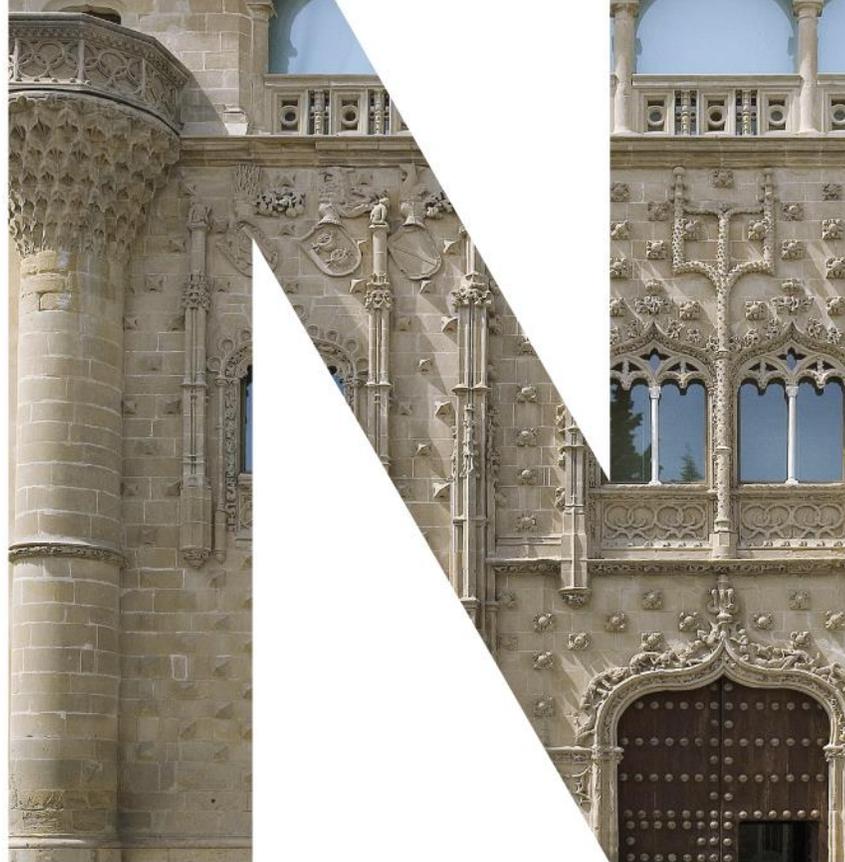




**Tu universidad
de postgrado**
Your university
for graduate
studies



**Tu universidad
para una formación
permanente**
Your lifelong
learning university



**Tu universidad
para una enseñanza
innovadora**
Your innovative
education university



**La universidad
para tu futuro**
The university
for your future

Sistemas de recomendación basados en contexto y secuencias

Alejandro Bellogín

Universidad Autónoma de Madrid



Índice

- **Introducción**
 - Definición del problema
 - Ejemplos
 - Adquisición de contexto
- Conceptos
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- Contexto social
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Introducción

Introducción y definición del problema

- ¿Qué es contexto?
 - Hay muchas definiciones, nosotros usaremos:
 - “Aquellas variables que pueden cambiar cuando una actividad se repite varias veces”
- Ejemplos:
 - Viendo una película: momento, localización, compañía, ...
 - Escuchando música: momento, localización, compañía, estado de ánimo, ...
 - Viaje: momento, localización, tiempo, recursos (dinero, disponibilidad de transporte), ...



Introducción

- Ejemplo de datos contextuales

Usuario	Ítem	Rating	Momento	Localización	Compañía
U1	I1	4	Mañana	Trabajo	Solo
U1	I2	2	Tarde	Fuera	Amigos
U2	I2	5	Tarde	Casa	Pareja
U2	I3	2	Mañana	Casa	Amigos
U1	I3	?	Tarde	Casa	Pareja

Definición del problema y ejemplos

- Dimensión contextual: momento, localización, compañía
- Condición contextual: mañana/tarde/noche, ...
- Situación contextual para **?**: {Tarde, Casa, Pareja}



Introducción

Ejemplos reales y adquisición
de contexto

The image shows a screenshot of the Booking.com website. The top navigation bar includes the Booking.com logo, a chat icon, the currency 'Rs.', the Indian flag, 'My Lists', a location pin icon, and 'Register' and 'Sign in' buttons. Below the navigation bar are links for 'Find Deals', 'Trips of a Lifetime', 'Write a Review', 'Homes & Apartments', 'Booking.com for Business', and 'Booking.com for iPhone, iPad & Android'.

The main search area is highlighted in yellow and contains the following elements:

- A search bar with the text 'Find the Best Accommodation Deals' and the subtext 'Whoever you are, whatever you seek, it all starts here.' Below it is a text input field with the placeholder 'Destination, property name or address:' and the text 'More places than you could ever go (but you can try!)'.
- Two date selection fields: 'Check-in' and 'Check-out', each with a calendar icon and a dropdown arrow. The text 'Check-in Date' and 'Check-out Date' is visible below the fields.
- A 'Traveling for:' section with radio buttons for 'Work' and 'Lelsure' (sic) and a help icon.
- Three dropdown menus for 'Rooms' (set to 1), 'Adults' (set to 2), and 'Children' (set to 0).
- A blue 'Search' button.
- A 'Subscribe for Member Deals' section with the text 'Unlock Member Deals and customized inspiration'.

Below the search area, there is a green checkmark icon and the text 'New deals listed every day' and 'FREE cancellation on most rooms!'.

On the right side of the page, there are two city cards:

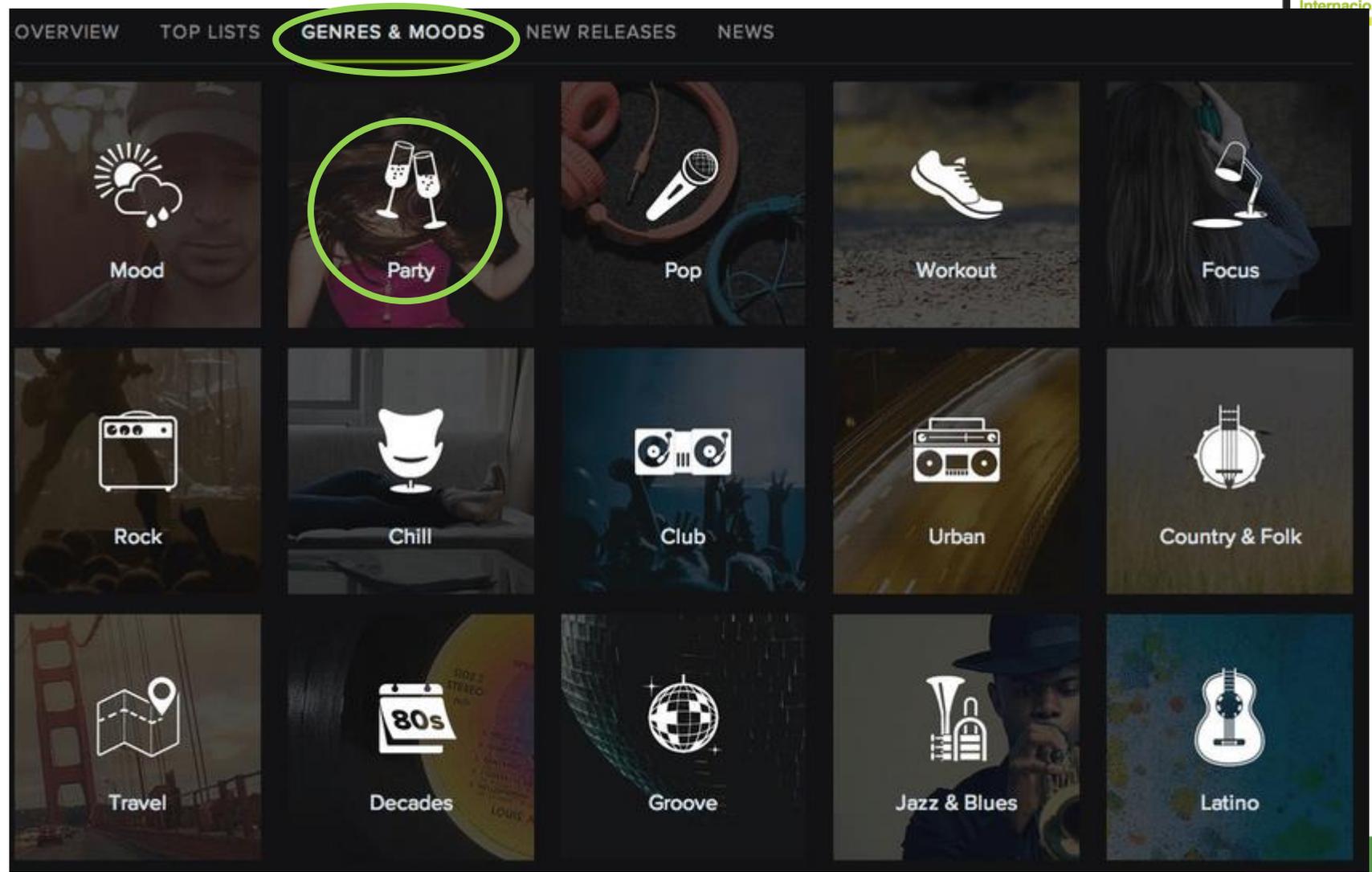
- Bangalore**: Features the Indian flag, '621 properties', and a photograph of the Vidhana Soudha building. It includes a shopping bag icon and an airplane icon, and a link 'Hotels, apartments & more in Bangalore »'.
- Chennai**: Features the Indian flag, '411 properties', and a photograph of a park with white pavilions. It includes a shopping bag icon and an airplane icon, and a link 'Hotels, apartments & more in Chennai »'.

Green circles are drawn on the 'Check-in', 'Check-out', 'Traveling for:', 'Adults', and 'Subscribe for Member Deals' sections of the search form.



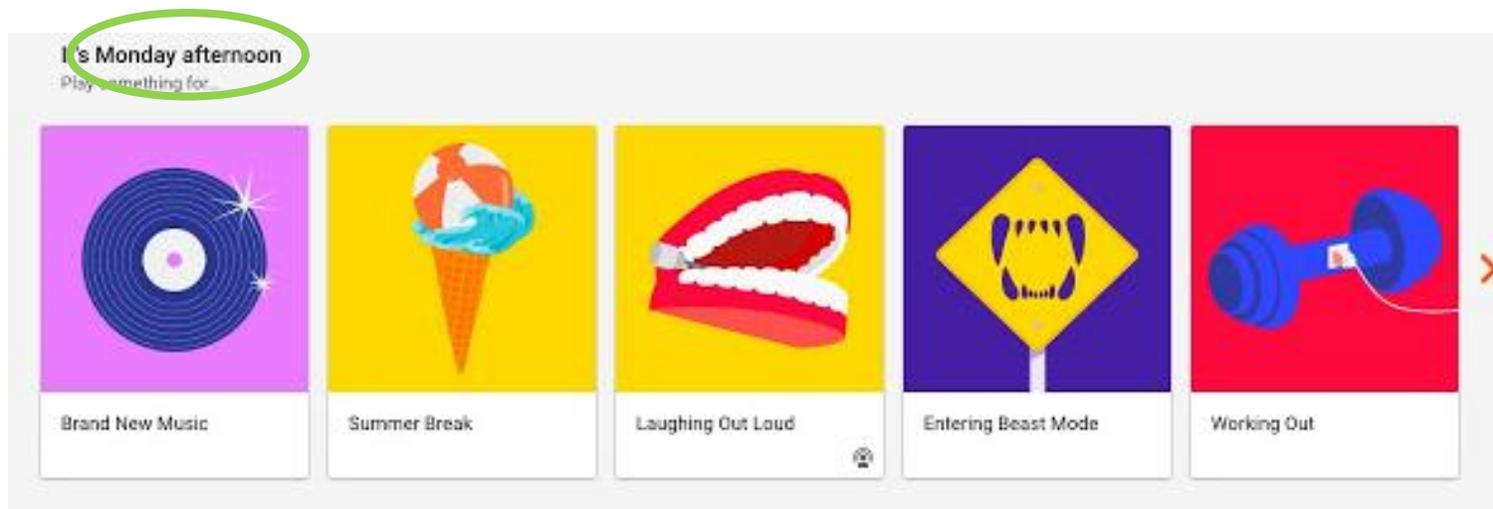
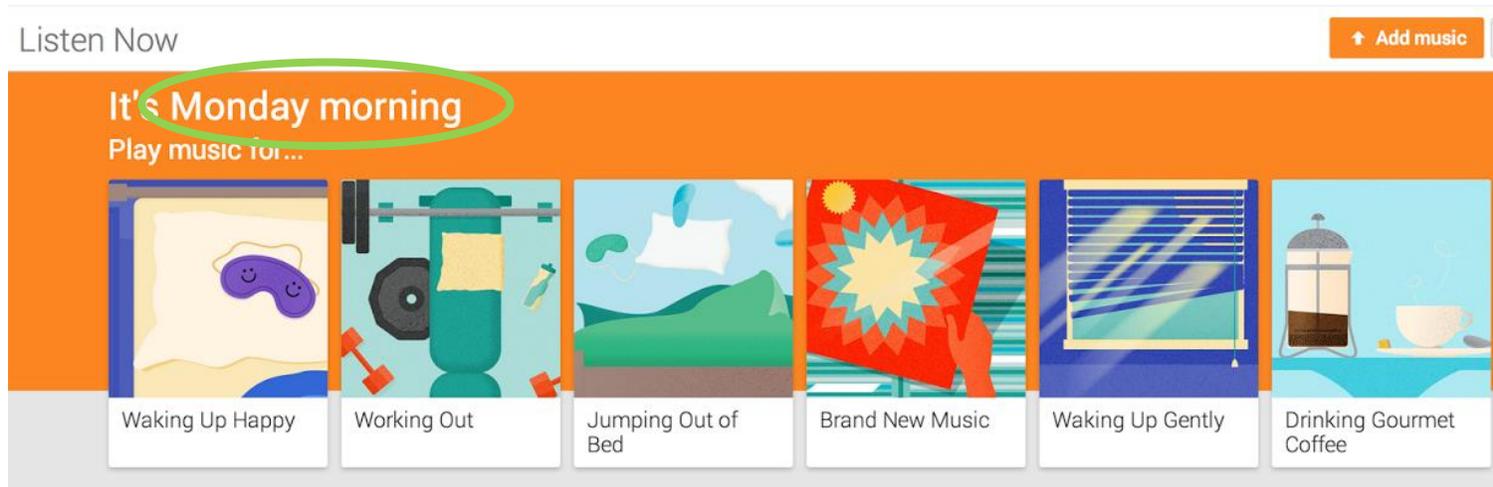
Introducción

Ejemplos reales y adquisición de contexto



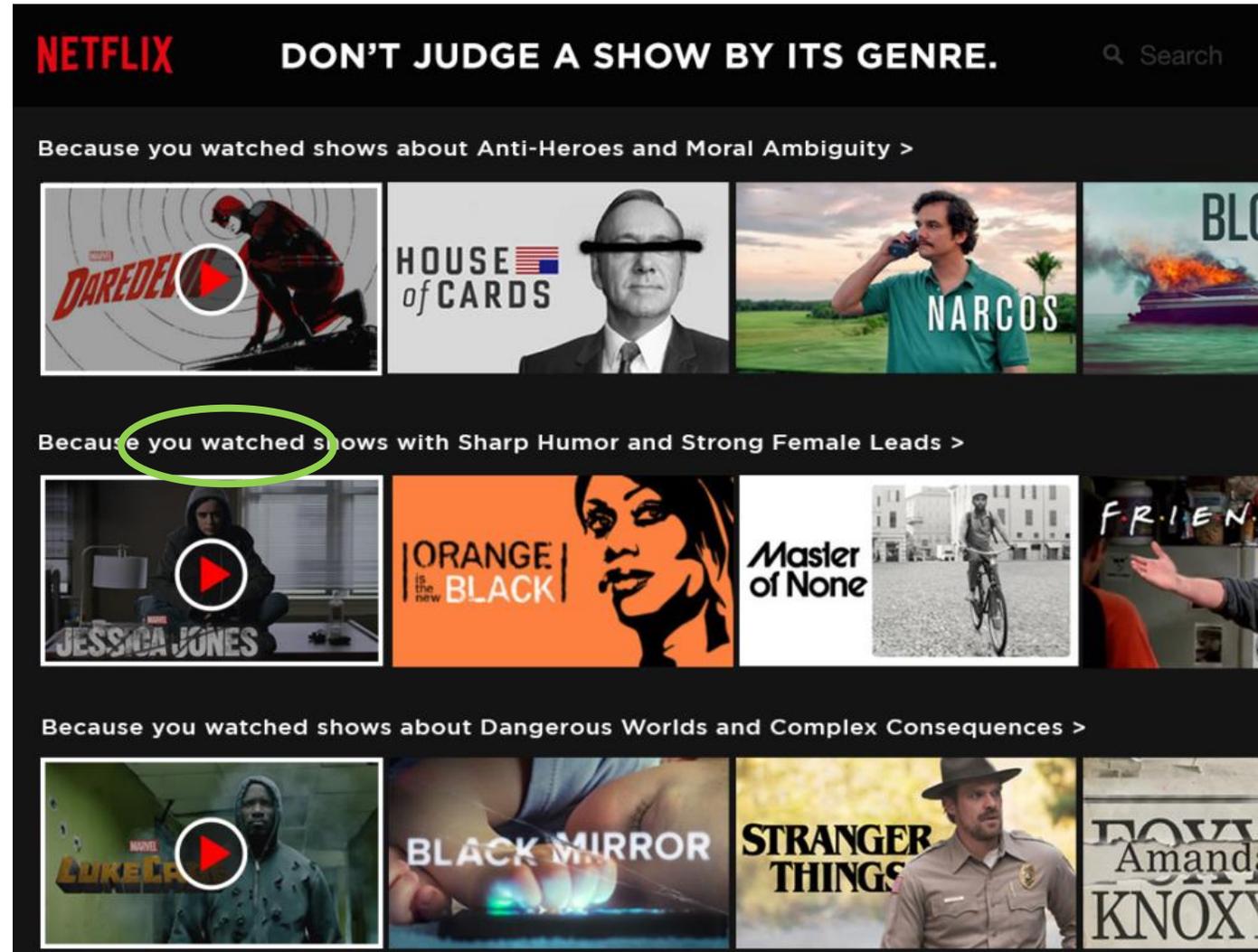
Introducción

Ejemplos reales y adquisición de contexto



Introducción

Ejemplos reales y adquisición de contexto



<https://mobilesyrup.com/2017/08/22/80-percent-netflix-shows-discovered-recommendation/>





chaos
@WhosChaos

yes netflix. you're absolutely right...



<https://twitter.com/WhosChaos/status/939999586998943744>

Introducción

Exploando el contexto en el momento justo

Customers Also Bought...



6x Screen Protector for
Garmin...
Sold by: protectionfilms...



Garmin Charging/Data
Cradle for...
Prime



Vitabiotics Wellwoman
Sport and...
Prime



Arden Grange Adult
Chicken Dog...
Prime



Eat Natural Mixed Box
20 Bars...
Prime



Garmin Premium Soft
Strap Heart...
Prime



High 5 Citrus Plus Iso
Gel...
Sold by: Harris Active S...



Science in Sport 1.6kg
Chocolate...
Prime

<https://ometria.com/blog/6-product-recommendation-fails-to-watch-out-for>



Índice

- Introducción
- **Conceptos**
 - **Diferencia con recomendación clásica**
 - **Métodos generales para procesar el contexto**
 - **Ejemplos de contexto**
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- Contexto social
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Conceptos

- Hipótesis principal
 - Los usuarios tienen unos intereses (a largo plazo)
 - Pero toman decisiones de acuerdo al contexto en el que están (corto plazo)
- Formalización:
 - Recomendación clásica: $F: U \times I \rightarrow R$
matriz de puntuaciones
 - Recomendación contextual: $F: U \times I \times C \rightarrow R$
tensor de puntuaciones

Diferencia con la
recomendación clásica



Conceptos

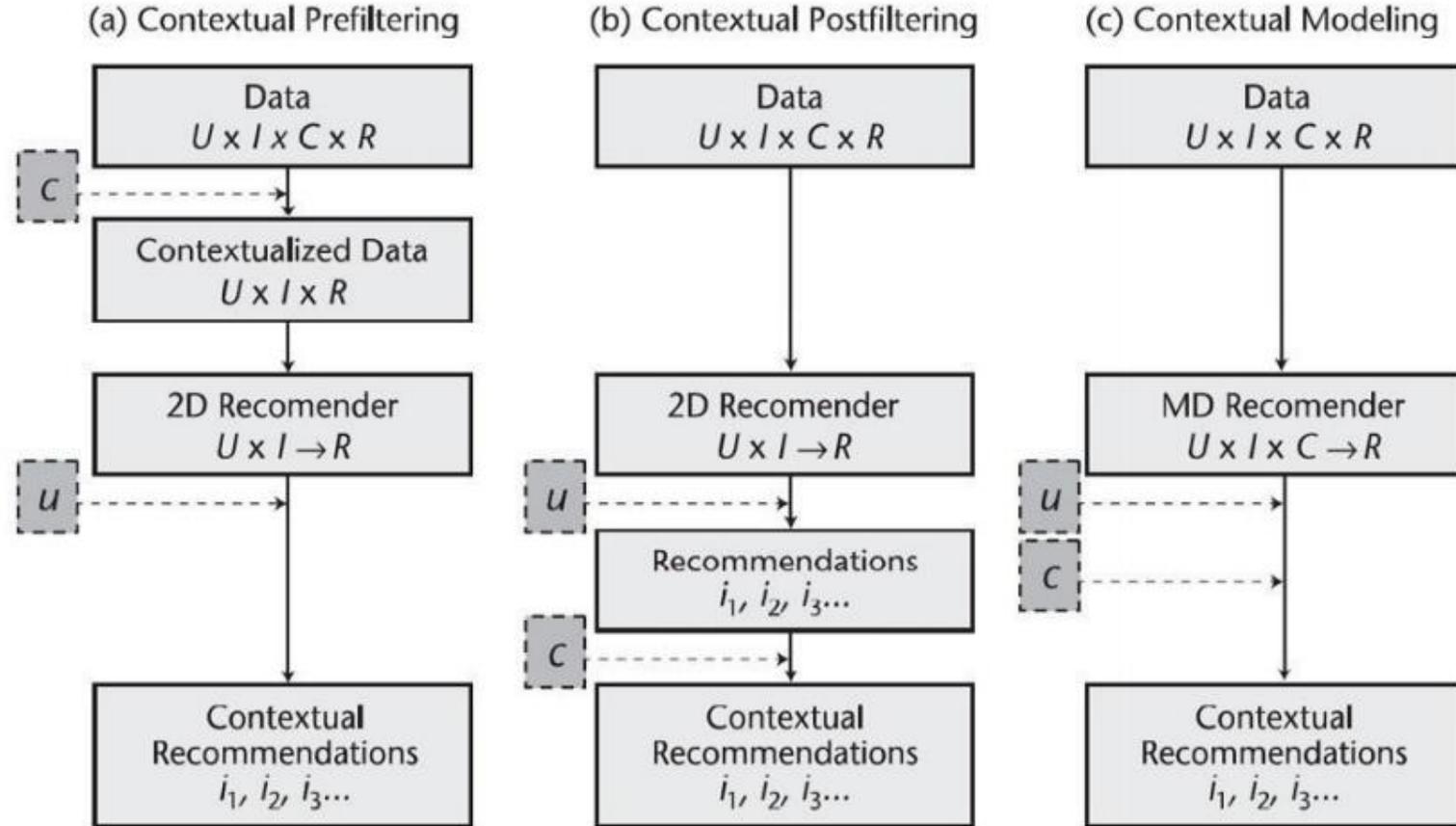
Métodos generales para
procesar el contexto

- Pre-filtrado:
 - Aprende un perfil de usuario distinto según el contexto en el que se encuentre
- Post-filtrado:
 - Se aprenden las preferencias usando todos los datos, después las predicciones se ajustan según el contexto objetivo
- Modelado contextual:
 - La información contextual se incorpora en el modelo de predicción directamente



Conceptos

Métodos generales para procesar el contexto



Conceptos

- **Instante** de la recomendación
 - Momento del día, día de la semana, época del año, ...
- **Compañía del usuario (**contexto social**)**
 - Solo, en familia, con amigos, con pareja, ...
- **Localización**
 - Barrio desconocido, urbano, zona con naturaleza, ...
- **Estado de ánimo**
 - Contento, triste, melancólico, enfadado, energético, ...
- **Tiempo atmosférico**
 - Soleado, lluvioso, nublado, ola de calor, ...
- ...

Ejemplos de contexto





Índice

- Introducción
- Conceptos
- **Contexto temporal**
 - **Captura de contexto y propiedades**
 - **Ventajas e inconvenientes**
 - **Métodos**
- Contexto secuencial
- Contexto social
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Contexto temporal

- Es el contexto más sencillo de capturar
 - Se puede hacer de manera implícita
- Hay distintas granularidades: época del año, día de la semana, momento del día, ...
 - Continuo vs discreto
 - Puede depender del dominio
- Es posible que existan eventos (hitos) en nuestros datos que hayan influido en el comportamiento de los usuarios
 - P.e.: películas que se ven/puntúan cerca de la fecha de los Óscar

Captura de contexto y
propiedades



- Permite comprobar el objetivo “ideal” de los sistemas de recomendación:
 - Ofrecer a los usuarios recomendaciones en base a sus experiencias o gustos del **pasado**
 - Además, considerar elementos nuevos o *recientemente populares*

Contexto
temporal

Ventajas e inconvenientes

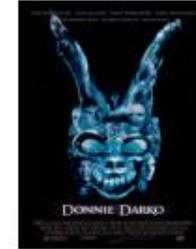


Contexto temporal

Ventajas e inconvenientes

- Mejor según...
 - *Relevancia?*
 - *Novedad?*
(ítems no populares)
 - *Novedad temporal?*
(ítems recientes)

R_1



(2001)



(1994)



(1994)

R_2



(1972)



(1997)



(1993)

R_3



(2018)



(2017)



(2016)



Contexto temporal

Ventajas e inconvenientes

- Permite comprobar el objetivo “ideal” de los sistemas de recomendación:
 - Ofrecer a los usuarios recomendaciones en base a sus experiencias o gustos del **pasado**
 - Además, considerar elementos nuevos o *recientemente populares*
- Problemas:
 - Hay preferencias a corto y largo plazo
 - Hay cambios de intereses (*interest drift*)
 - Se suelen entremezclar en los datos que se recogen

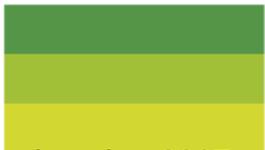


Contexto temporal

Métodos
clásicos

- Primeras aproximaciones – kNN:
 - Introducir pesos en funciones de similitud
 - Mayor peso a interacciones más recientes
 - Decaimiento exponencial (Ding & Li, 2005)
 - Medida temporal de similitud entre ítems:

$$w_t(t(r_{u,i}), t(r_{u,j}), t) = 1 / (|t(r_{u,i}) - t(r_{u,j})| + |\min(t(r_{u,i}), t(r_{u,j})) - t|)$$
 (Hermann 2010)
 - Truncar (llevar a 0) según actividad en un intervalo (Gordea & Zanker, 2007)



Contexto temporal

Métodos
clásicos

- Primeras aproximaciones – MF:
 - Añadir parámetros a métodos basados en modelo
 - Estos parámetros aprenden sesgos a distintos niveles
- Se puede identificar variación en el tiempo en los siguientes aspectos
 - Sesgo de usuario: $b_u(t)$
 - Sesgo de ítem: $b_i(t)$
 - Preferencias de usuario: $p_u(t)$
 - Respecto a las características de ítem se suponen efectos estáticos, debido a la propia naturaleza de estos (a diferencia de los usuarios)
- El modelo se plantea como

$$\hat{r}_{ui} = \mu + b_u(t) + b_i(t) + q_i^t \cdot p_u(t)$$



Contexto temporal

Métodos
clásicos

- Primeras aproximaciones – MF:
 - ¿Por qué podrían funcionar?
- Las hipótesis de variación temporal de los sesgos son
 - La popularidad de los ítems varía con el tiempo $b_i(t)$
 - Por ejemplo la aparición de un actor en una película modifica el interés en películas anteriores de ese actor
 - Los usuarios modifican sus criterios de puntuación con el paso del tiempo $b_u(t)$
 - Por ejemplo, pasar de considerar el rating promedio de 4* a 3* movidos por
 - Tendencias naturales de los usuarios
 - Influencia cercana en el tiempo de otros ratings dados
 - La identidad cambiante del usuario en una casa
 - En consecuencia consideraremos, en el día t_{ui}

$$b_{ui} = \mu + b_u(t_{ui}) + b_i(t_{ui})$$



- Primeras aproximaciones – MF:
 - Se pueden codificar estos sesgos de muchas maneras

Contexto
temporal

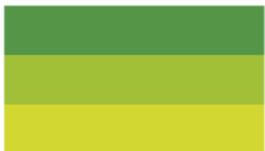
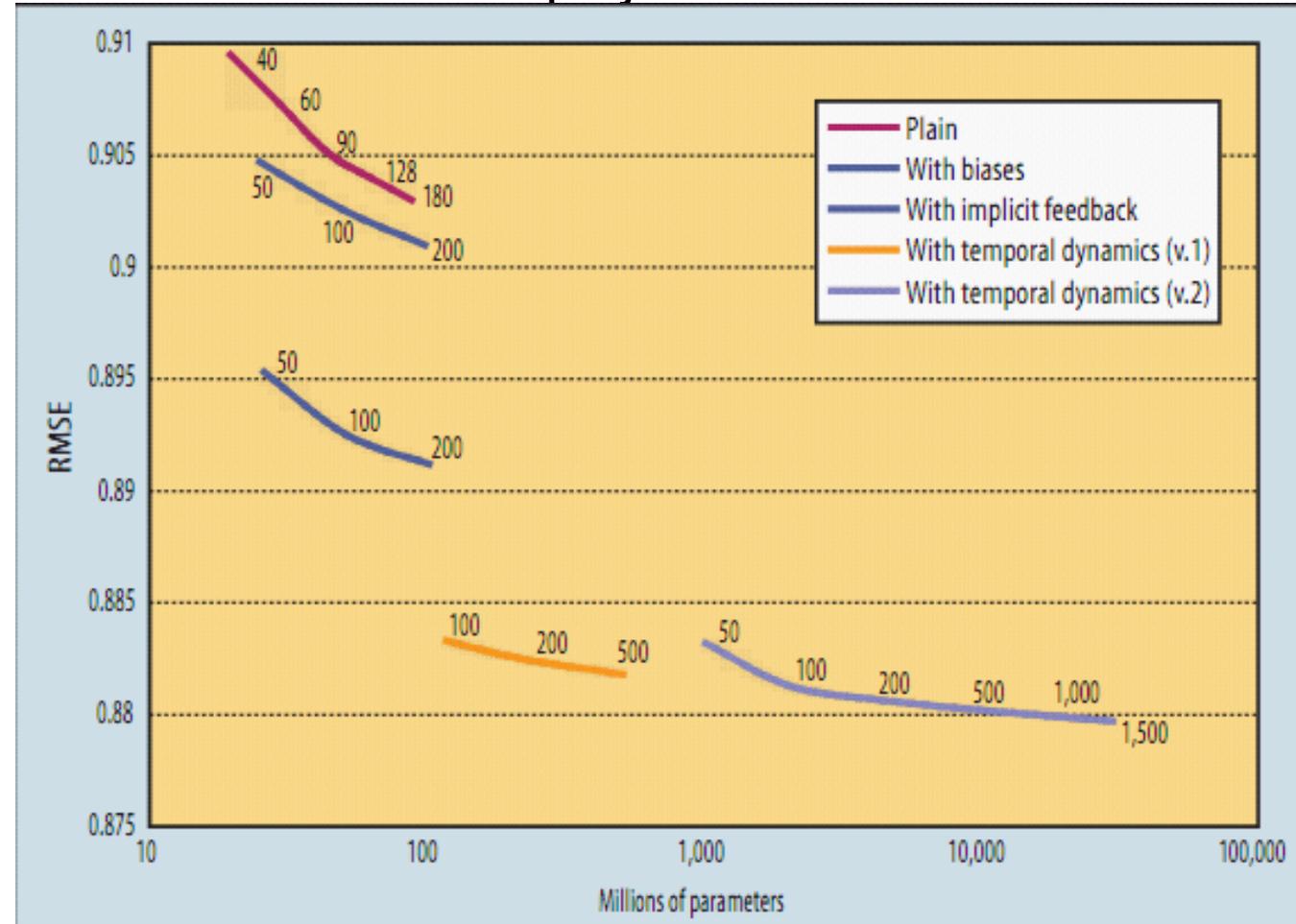
Métodos
clásicos

MODELO	CODIFICACIÓN
1. Estático sin efectos temporales (static)	$b_{ui} = \mu + b_u + b_i$
2. Efectos temporales de ítems (movies)	$b_{ui} = \mu + b_u + b_i + b_{i,Bin(t_{ui})}$
3. Lineal de los sesgos de usuario (lineal)	$b_{ui} = \mu + b_u + \alpha_u dev_u(t_{ui}) + b_i + b_{i,Bin(t_{ui})}$
4. Spline de los sesgos de usuario (spline)	$b_{ui} = \mu + b_u + \frac{\sum_{l=1}^{k_u} e^{-\sigma t_{ui}-t_l^u } b_{t_l}^u}{\sum_{l=1}^{k_u} e^{-\sigma t_{ui}-t_l^u }} + b_i + b_{i,Bin(t_{ui})}$
5. Lineal de sesgos de usuario y efecto día único (lineal+)	$b_{ui} = \mu + b_u + \alpha_u dev_u(t_{ui}) + b_{u,t_{ui}} + b_i + b_{i,Bin(t_{ui})}$
6. Spline de sesgos de usuario y efecto día único (spline+)	$b_{ui} = \mu + b_u + \frac{\sum_{l=1}^{k_u} e^{-\sigma t_{ui}-d_l } b_{t_l}^u}{\sum_{l=1}^{k_u} e^{-\sigma t_{ui}-t_l^u }} + b_{u,t_{ui}} + b_i + b_{i,Bin(t_{ui})}$

- Primeras aproximaciones – MF:
 - Cuidado con la complejidad

Contexto
temporal

Métodos
clásicos



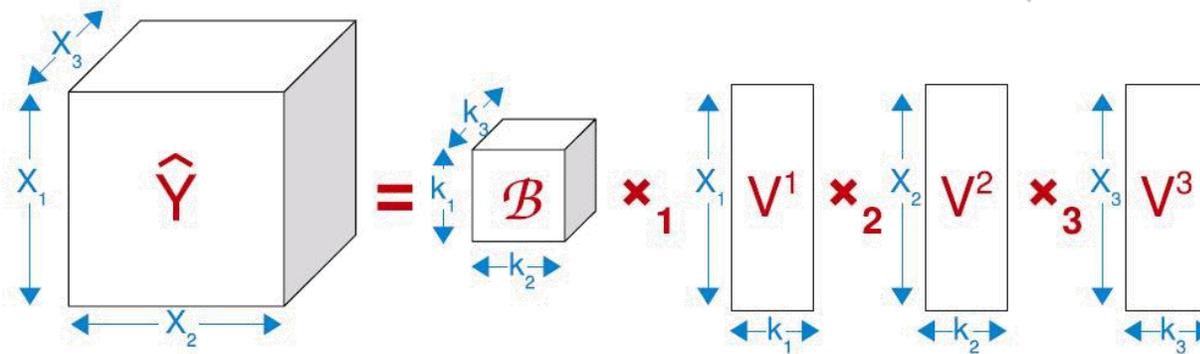
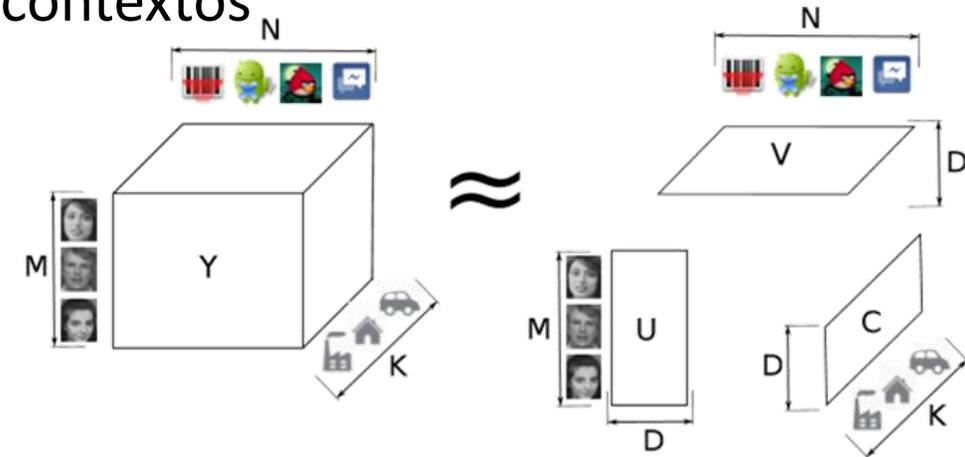
Contexto temporal

- Aplicar factorización de matrices a tensores

- La tercera dimensión sería el tiempo
- Se pueden aplicar a otros contextos

- CANDECOMP/PARAFAC

- Descomposición Tucker



Métodos
generales



Contexto temporal

Métodos
generales

- Aplicar filtros antes o después de aprender el modelo
 - Requiere definir los tipos de contexto que se quieren aprender
 - También se puede aplicar a otros contextos
- Pre-filtrado: cada par (usuario, tiempo) se asigna al mismo pseudo-usuario, después se aplica un modelo (kNN, MF) a estos datos
- Post-filtrado: se recomienda usando cualquier modelo $F(u,i)$ y después se descartan las recomendaciones que no son relevantes en un contexto, por ejemplo: $P_c(u, i, c) = \frac{|U_{u,i,c}|}{k}$

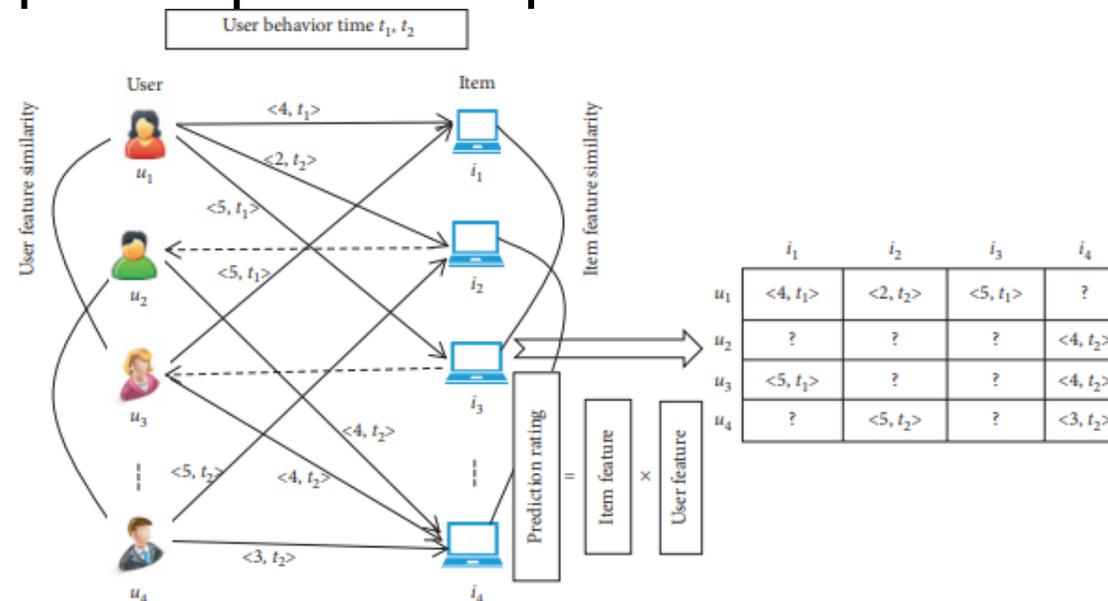
$$F(u, i, c) = \begin{cases} F(u, i) & \text{if } P_c(u, i, c) \geq \tau_{P_c} \\ \min(R) & \text{if } P_c(u, i, c) < \tau_{P_c} \end{cases}$$

- Los últimos trabajos utilizan la información temporal para construir secuencias (ver siguiente contexto)

Contexto temporal

- Redes neuronales (convolucionales, en particular) son apropiadas para este problema

Tendencias actuales





Índice

- Introducción
- Conceptos
- Contexto temporal
- **Contexto secuencial**
 - **Captura de contexto y propiedades**
 - **Ventajas e inconvenientes**
 - **Métodos**
- Contexto social
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Contexto secuencial

- También es fácil de conseguir (de manera implícita)
 - Si capturamos el tiempo, podemos convertirlo en secuencia
 - El problema surge si queremos “partir” las secuencias
 - Relacionado con la recomendación basada en sesiones
 - Comercio electrónico, noticias, música, ...

Captura de contexto y
propiedades



Contexto secuencial

- También es fácil de conseguir (de manera implícita)
 - Si capturamos el tiempo, podemos convertirlo en secuencia
 - El problema surge si queremos “partir” las secuencias
 - Relacionado con la recomendación basada en sesiones
 - Comercio electrónico, noticias, música, ...

Captura de contexto y
propiedades



Contexto secuencial

- También es fácil de conseguir (de manera implícita)
 - Si capturamos el tiempo, podemos convertirlo en secuencia
 - El problema surge si queremos “partir” las secuencias
 - Relacionado con la recomendación basada en sesiones
 - Comercio electrónico, noticias, música, ...

Captura de contexto y
propiedades



Contexto secuencial

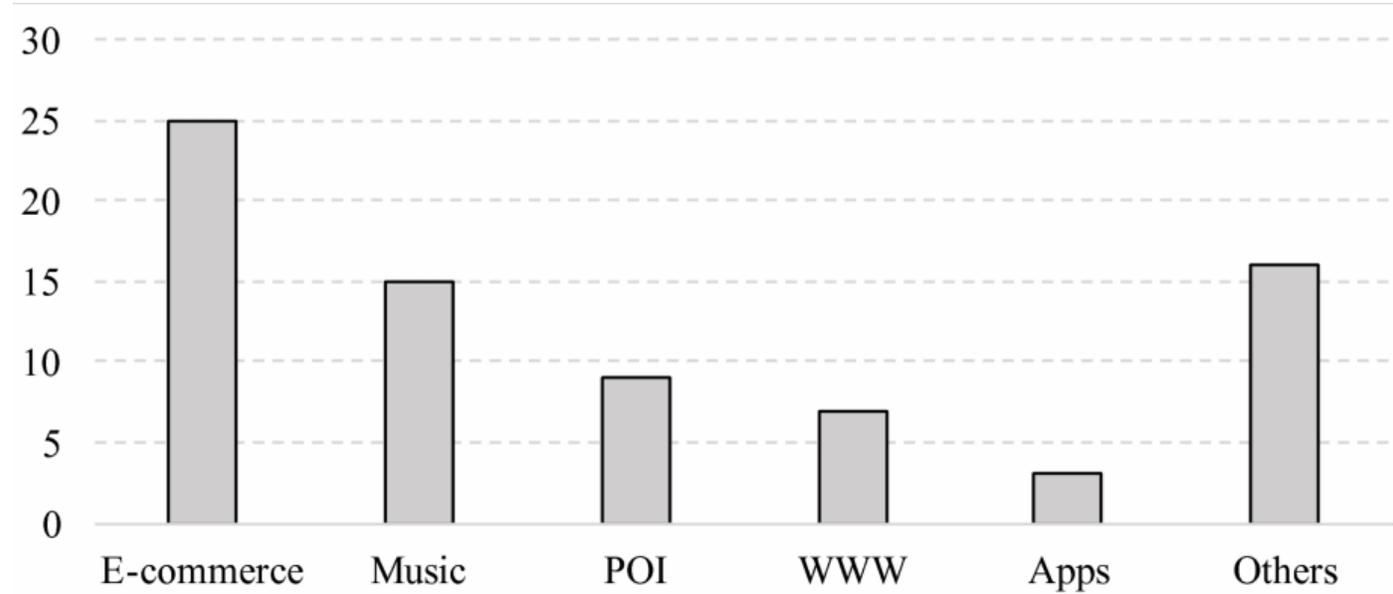
- El tiempo se ignora
 - Impide distinguir intervalos entre interacciones
 - Simplifica el problema
- La importancia del orden depende del dominio
 - En algunos dominios se puede entender como una restricción o para aprender “paquetes” de productos
 - En e-learning, hay lecciones que se tienen que ver antes que otras
 - En e-commerce, hasta que no se compra un producto no se necesitan otros (p.e., un videojuego si no se tiene consola)

Ventajas e inconvenientes



Contexto secuencial

- Tarea más habitual: recomendar el siguiente elemento
- Hay otras tareas donde se usan secuencias
 - Encontrar datos relacionados
 - Obtener restricciones de orden
 - Recomendaciones repetidas (p.e., al hacer la compra)
- Dominios:

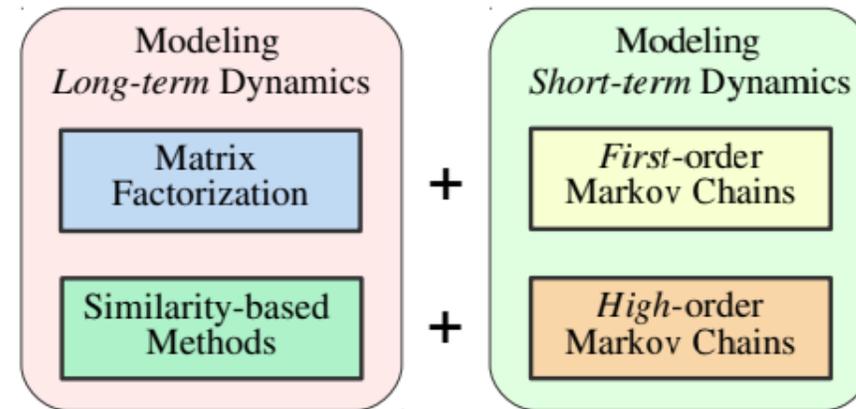


Propiedades:
tareas y dominios

Contexto secuencial

- Cadenas/Modelos de Markov de orden L (clásico: $L=1$)
 - El estado actual depende los L estados anteriores
 - En principio, si se personalizan, funcionan mejor (pero tienen coste mayor)
 - Cuanto mayor el orden, más memoria y menos datos disponibles
- Combinación de Modelos de Markov con Factorización y similitudes

Métodos
clásicos



Contexto secuencial

Métodos
clásicos

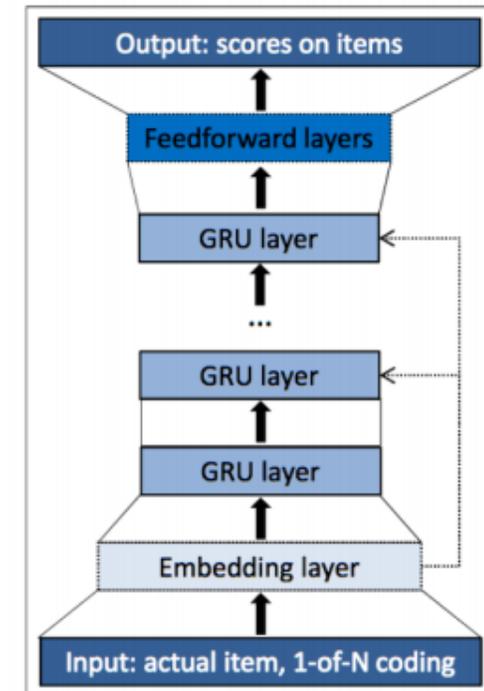
- Minería de patrones frecuentes: permite descubrir patrones de comportamiento
 - Reglas de asociación (basadas en co-ocurrencia)
 - Patrones secuenciales (co-ocurrencia en el mismo orden)
 - Patrones secuenciales y contiguos (co-ocurrencia en el mismo orden manteniendo los intervalos)
- Necesitan cumplir un mínimo de confianza y soporte
 - Confianza: estima la probabilidad de que el patrón llegue a cumplirse
 - Soporte: permite descartar aquellos patrones que no aparecen lo suficiente en los datos



Contexto secuencial

Tendencias
actuales

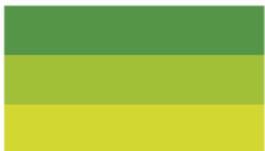
- Redes neuronales: redes recurrentes (RNNs)
 - Estas redes almacenan un estado interno, lo cual permite modelar secuencias
- Muchas propuestas basadas en GRU y variantes
 - Gated Recurrent Unit
- También se usan CNNs
 - Convolutional Neural Networks



Contexto secuencial

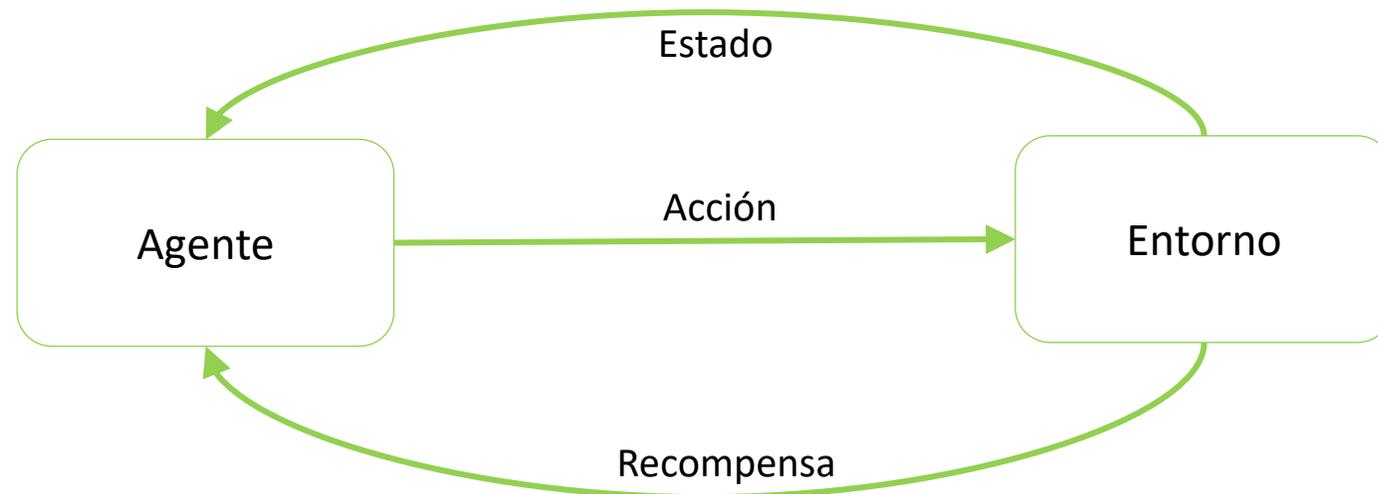
- Aprender embeddings considerando las probabilidades de transición
 - Los embeddings (representaciones de baja dimensión de los ítems) se aprenden a partir de las interacciones entre los usuarios y los ítems
 - Pero manteniendo las relaciones secuenciales entre ellos
- Se pueden utilizar redes neuronales para ello

Tendencias
actuales



Contexto secuencial

- Aprendizaje por refuerzo o procesos de decisión de Markov (MDPs)
 - Se aprende a partir de interacciones secuenciales con el entorno
 - Se obtienen recompensas (clicks, ratings, etc.) según las acciones realizadas (recomendaciones)



Tendencias
actuales





Índice

- Introducción
- Conceptos
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- **Contexto social**
 - **Captura de contexto y propiedades**
 - **Ventajas e inconvenientes**
 - **Métodos**
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Contexto social

Captura de contexto y
propiedades

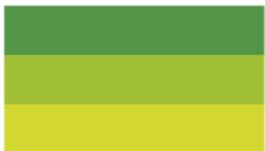
- La información social entendida como contexto se refiere a la gente con la que estamos (o queremos estar) disfrutando de una actividad
 - Ejemplos: ver una película, visitar un museo, escuchar música
 - Equivalente a recomendación a un grupo
- Caso más general: información social son todas aquellas relaciones que tenemos en el sistema con otros usuarios
 - Explícito: follows en Twitter, amigos en Facebook, etiquetas en fotos de Instagram, ...
 - Implícito: muy difícil de extraer, ya que aunque dos personas estén cerca, no tienen porque ir “juntas”



Contexto social

- Considerar este contexto permite tomar decisiones que consideren todos los puntos de vista
- Además, es muy útil para explicar por qué se recomienda algo
 - “Este ítem es preferido por la mayoría del grupo”
 - “A tu amigo le encantó esta película”

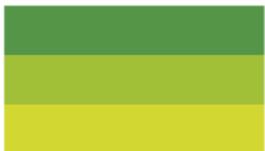
Ventajas e inconvenientes



Contexto social

- Considerar este contexto permite tomar decisiones que consideren todos los puntos de vista
- Además, es muy útil para explicar por qué se recomienda algo
- Sin embargo, a veces no es posible conseguir mejoras para todos los miembros del grupo
 - Aunque la mayoría de las estrategias buscan el bien común, puede haber usuarios que salgan perjudicados
- Hay que considerar los tipos de relaciones, contagio emocional, personalidad, estado de ánimo, ...

Ventajas e inconvenientes



Contexto social

Métodos
clásicos

- Métodos de agregación de preferencias
 - Son métodos sencillos
 - Permiten tener en cuenta las preferencias individuales
 - Combinación/agregación: promedio, multiplicativo, votos, justicia, persona más respetada, ...
- Métodos de agregación de recomendaciones
 - Se aplican a posteriori
 - Se intenta alcanzar un consenso que maximice la satisfacción



Contexto social

- Usar redes neuronales para
 - Aprender cómo combinar las preferencias o las recomendaciones de los distintos usuarios
 - Minimizar las distancias entre los embeddings de aquellos usuarios que tienen relaciones sociales
 - Co-factorizar los datos de manera que compartan su representación en el espacio de preferencias y social

Tendencias
actuales





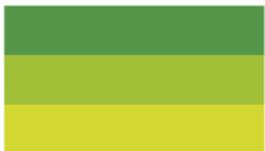
Índice

- Introducción
- Conceptos
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- Contexto social
- **Contexto espacial**
 - **Captura de contexto y propiedades**
 - **Ventajas e inconvenientes**
 - **Métodos**
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Contexto espacial

- Contexto espacial: localización del usuario
 - País, código postal, coordenadas geográficas, ...
- Depende de la granularidad (detalle) que se quiera, puede ser sencillo o requerir de la interacción del usuario
 - Usando dirección IP vs activar GPS
 - ¿Basta con saber país o necesitamos la calle/barrio exacto?

Captura de contexto y
propiedades



Contexto espacial

- Ventajas:
 - Permite filtrar muy bien posibilidades *viabiles*: restaurantes, monumentos o museos cercanos; noticias de interés en tu región
- Inconvenientes:
 - En algunos dominios no tiene utilidad *a priori*
 - El usuario puede querer buscar recomendaciones para otro momento

Ventajas e inconvenientes

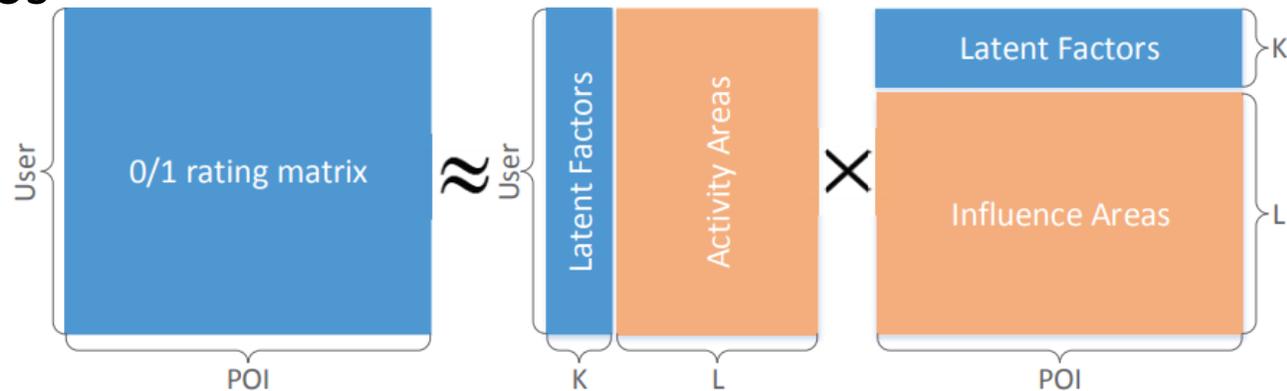


Contexto espacial

Métodos
clásicos

• Adaptaciones de MF

- GeoMF: los puntos del espacio se dividen en una malla y se calcula un MF aumentado
- IRenMF: se calculan dos tipos de influencias, una donde los usuarios visitan localizaciones cercanas y otra para capturar que las preferencias de los usuarios se comparten por regiones
- RankGeoFM: al optimizar se incluye la distancia entre los puntos



Li, X., Cong, G., Li, X., Pham, T-A.N., Krishnaswamy, S. Rank-GeoFM: A Ranking based Geographical Factorization Method for Point of Interest Recommendation. In *SIGIR*, 2015.

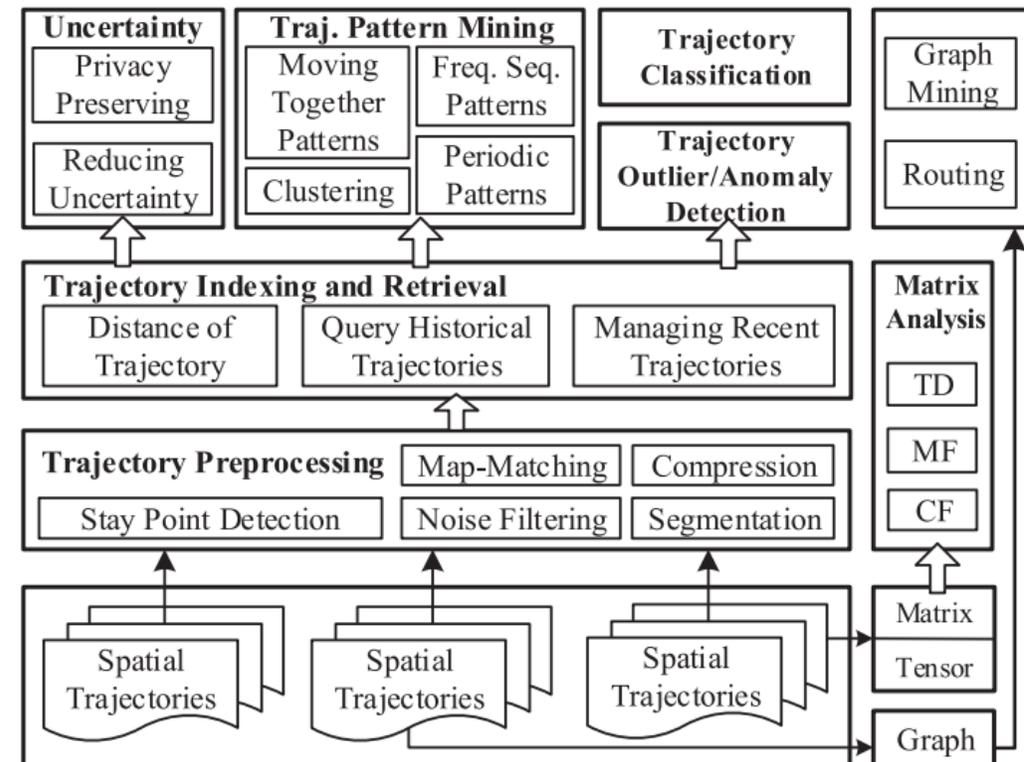
Lian, D., Zhao, C., Xie, X., Sun, G., Chen, E., Rui, Y. GeoMF: joint geographical modeling and matrix factorization for point-of-interest recommendation. In *KDD*, 2014

Liu, Y., Wei, W., Sun, A., Miao, C. Exploiting Geographical Neighborhood Characteristics for Location Recommendation. In *CIKM*, 2014.

- Cuando también se tiene información temporal, se pueden modelar trayectorias espacio-temporales
 - Explotar herramientas del área de minería de datos de trayectorias

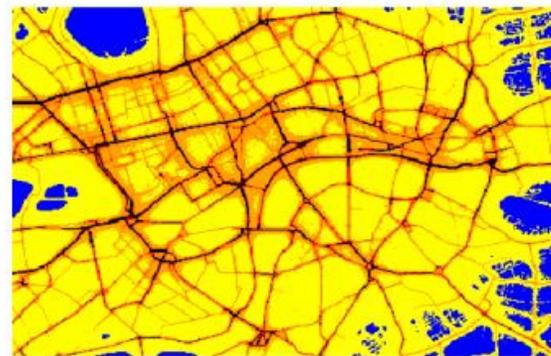
Contexto espacial

Tendencias actuales

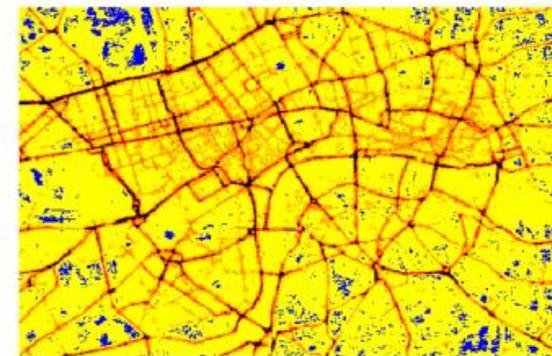


Contexto espacial

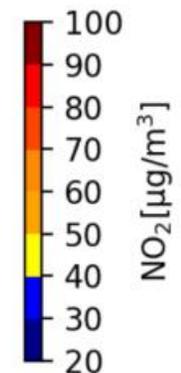
- Las redes neuronales profundas nos permiten extraer muchos tipos de información directamente de los mapas:
 - Polución
 - Tráfico/congestión
 - ...



(a) LAEI data



(b) MapLUR estimates

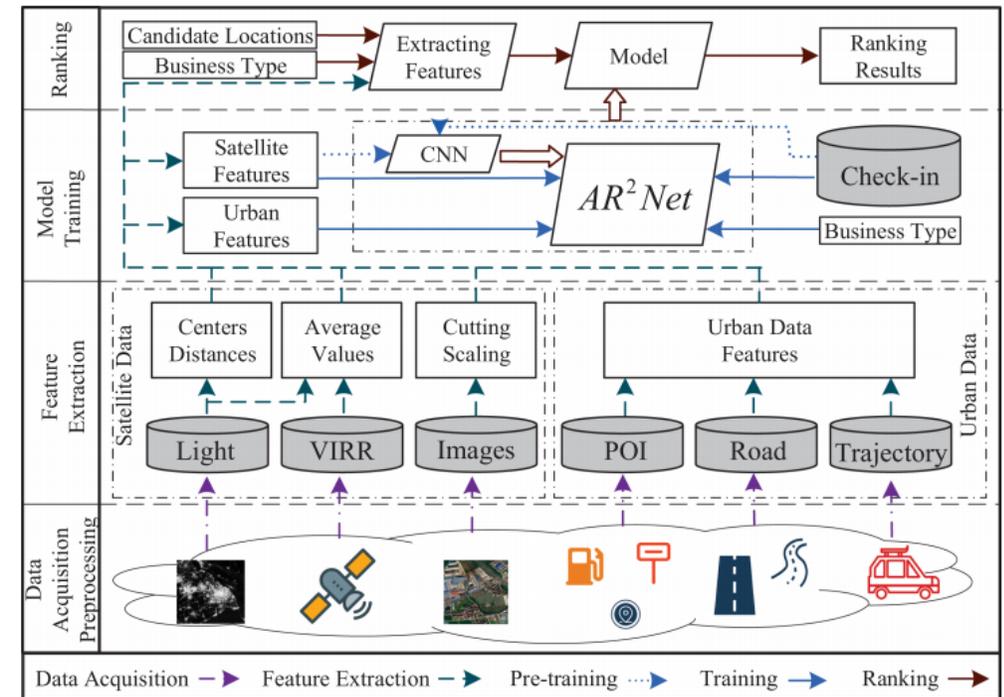


Tendencias
actuales

Contexto espacial

- Las redes neuronales profundas nos permiten extraer muchos tipos de información directamente de los mapas
- Esta información se combina junto con información sobre las visitas de los usuarios

Tendencias actuales





Índice

- Introducción
- Conceptos
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- Contexto social
- Contexto espacial
- **Evaluación contextual**
 - **Introducción**
 - **Evaluación de contexto temporal**
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- Conclusión

Evaluación contextual

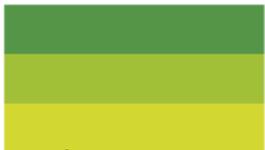
- Muy importante tener en cuenta las características de cada contexto al simular la evaluación
 - Esto no es fácil hacerlo bien
 - Conseguir una metodología libre de filtraciones (leaking) es complejo
 - En general, habrá que dividir los datos en dos (entrenamiento y test), incluyendo el contexto
- A continuación, un ejemplo con el contexto temporal



Evaluación contextual

- Hay varias alternativas para dividir un conjunto de datos en entrenamiento + test según las siguientes condiciones:
 - Orden de las interacciones: aleatorio o según la marca de tiempo
 - Tamaño: criterio para decidir cuántos elementos forman el test; puede tener un valor fijo o según un ratio dado
 - Conjunto base: condición que indica qué conjunto inicial se considerará; puede ser el conjunto completo o hacer un conjunto por cada usuario

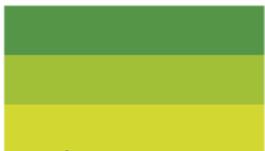
Evaluación de
contexto temporal



Evaluación contextual

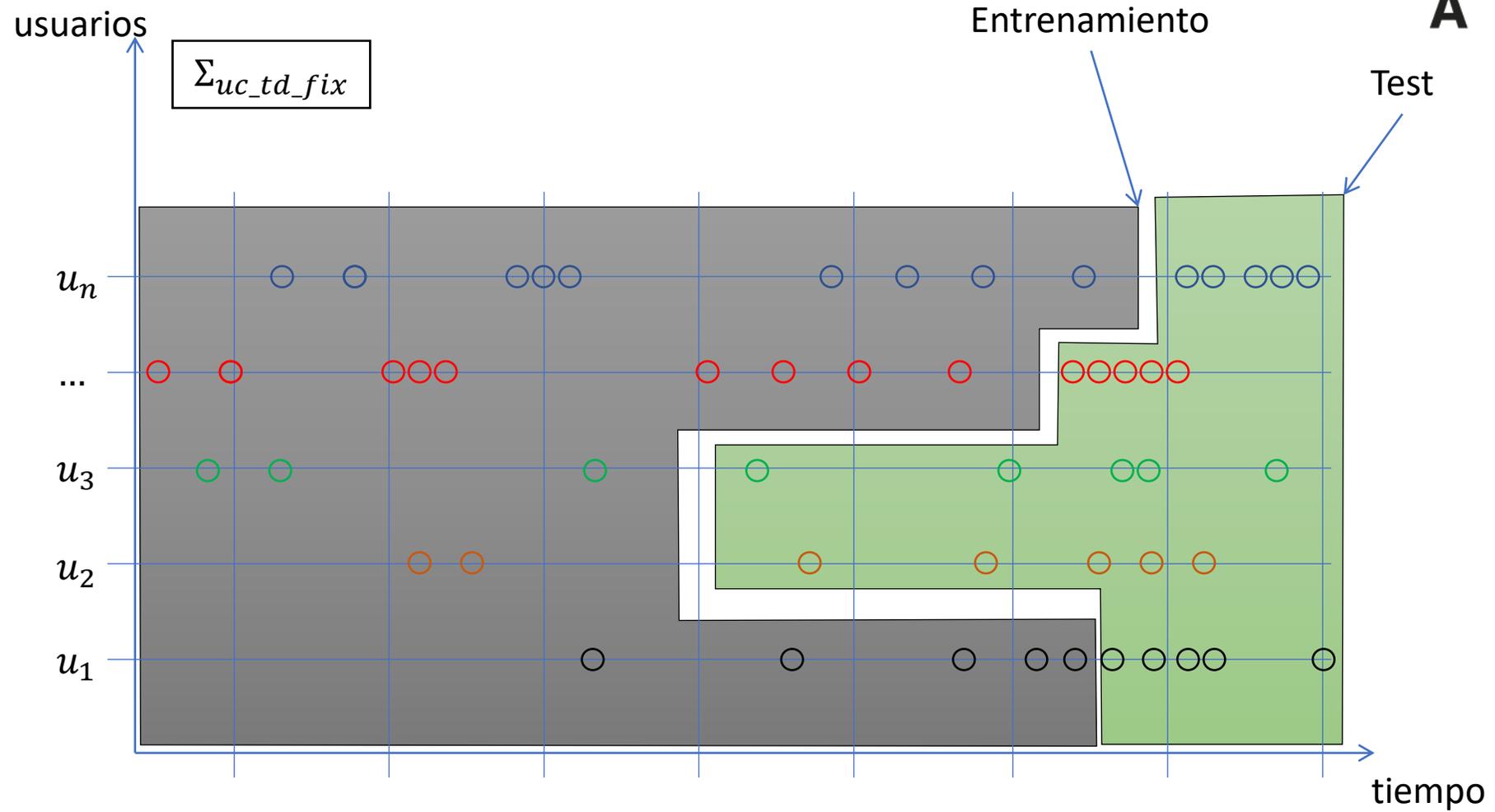
Evaluación de contexto temporal

CONDICIONES	CASOS		
Conjunto base	Centrado en la comunidad (cc) $M^{cc} = M$	Centrado en el usuario (uc) $M^{uc} = \{M_u \mid u \in U\}, M_u = \{r_{u.} \mid r_{u.} \in M\}$	
Orden de interacciones	Independiente del tiempo (ti) $M_k \xrightarrow{\sigma_{ti}} Seq_k^{ti}$ Aleatorio	Dependiente del tiempo (td) $M_k \xrightarrow{\sigma_{td}} Seq_k^{td}$ $t(r_{(j)}) \leq t(r_{(j+1)}); \forall r_{(j)} \in Seq_k^{td}$	
Tamaño	Según proporción (prop) $s_{prop}^{Te}(Seq_k) = q_{prop} \cdot Seq_k $ $s_{prop}^{Tr}(Seq_k) = (1 - q_{prop}) \cdot Seq_k $ $q_{prop} \in [0,1]$	Fijo (fix) $s_{fix}^{Te}(Seq_k) = q_{fix}$ $s_{fix}^{Tr}(Seq_k) = Seq_k - q_{fix}$	Basado en tiempo (time) $s_{time}^{Tr}(Seq_k) = \{r_{(1)}, r_{(2)}, \dots, r_{(p_k)}\} $ $s_{time}^{Te}(Seq_k) = Seq_k - s_{time}^{Tr}(Seq_k)$ $t(r_{(p_k)}) \leq q_{time}$



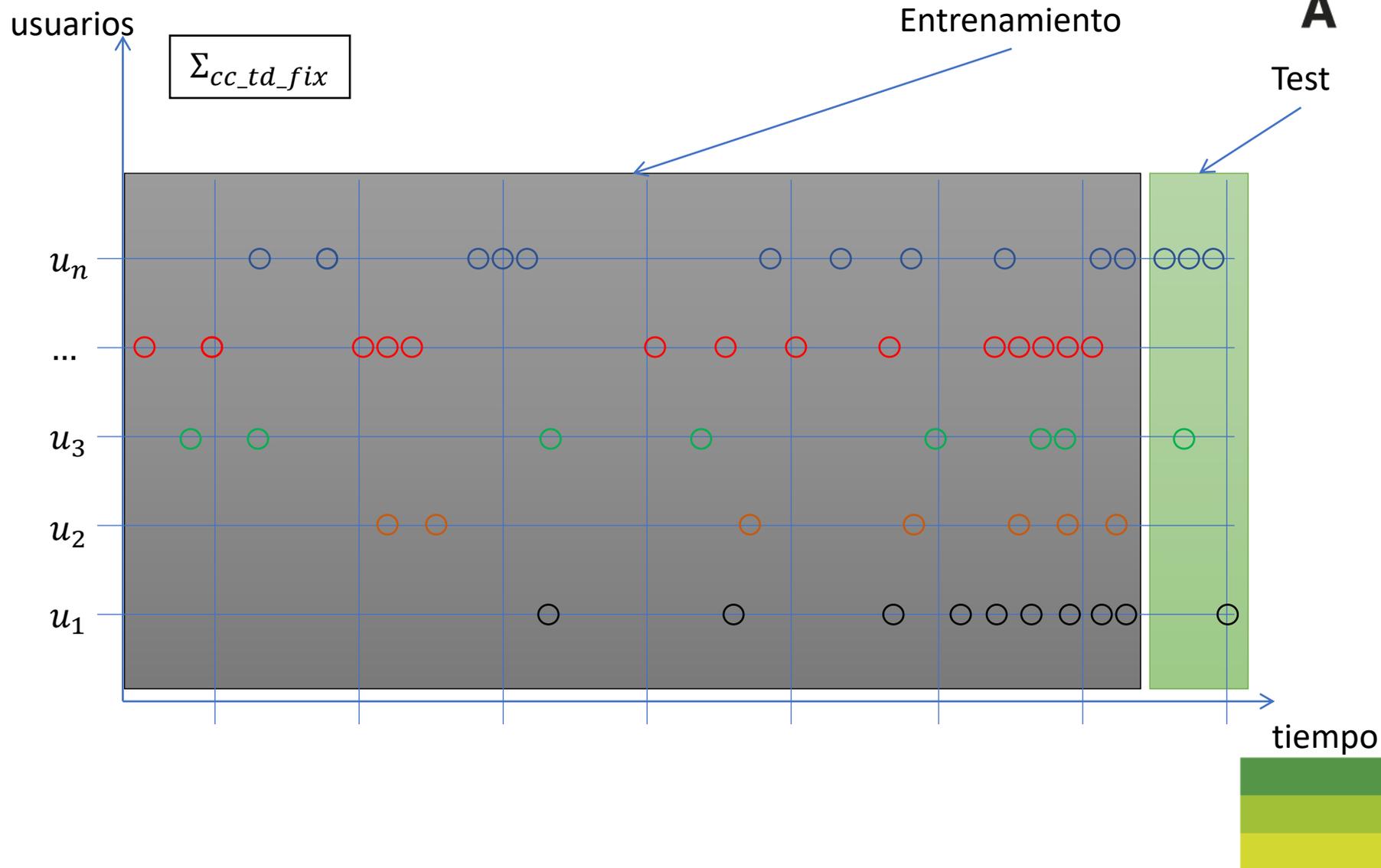
Evaluación contextual

Ejemplos



Evaluación contextual

Ejemplos





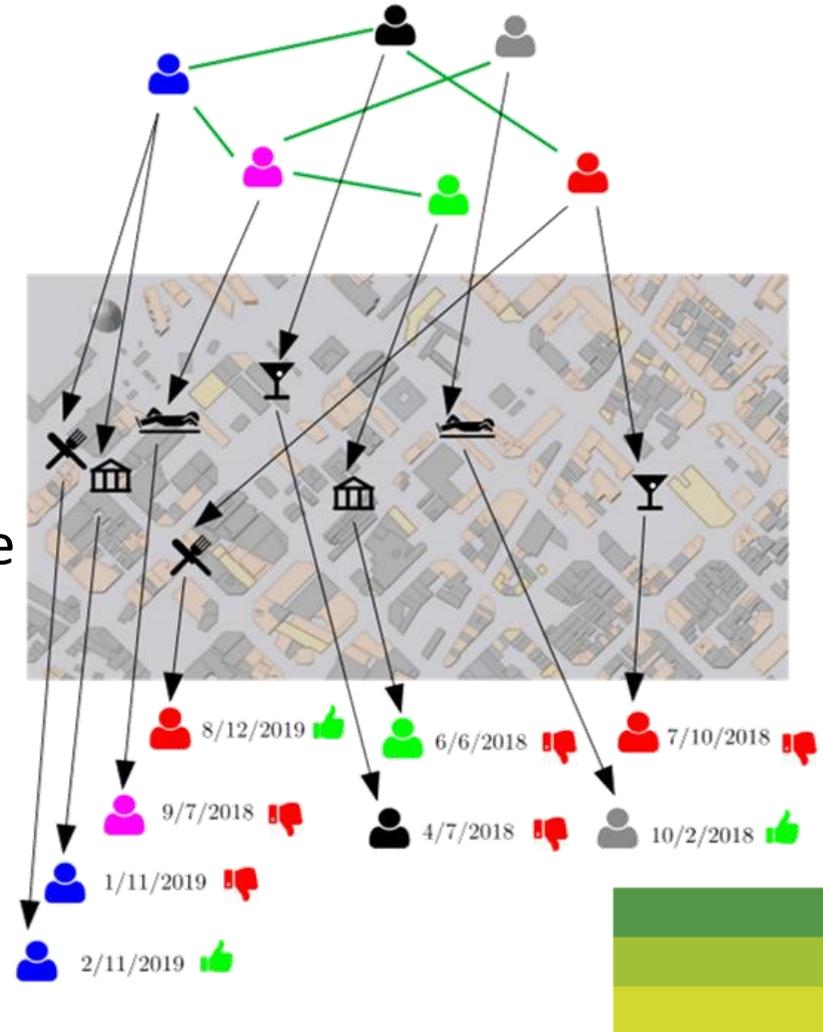
Índice

- Introducción
- Conceptos
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- Contexto social
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- **Caso de uso: recomendación en Turismo**
- Conclusión

Caso de uso: recomendación en Turismo

Introducción

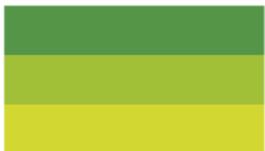
- En esta tarea encontramos todos los contextos a la vez
 - Temporal: momento en el que se visita un punto de interés
 - Secuencial: orden en el que se visitan los puntos (o sus categorías)
 - Social: se suele viajar con gente
 - Espacial: la distancia entre los puntos es importante
- Se han propuesto métodos que los consideran tanto juntos como por separado



Caso de uso: recomendación en Turismo

- Se utilizan multitud de técnicas a partir de estos datos y los contextos mencionados:
 - Clustering de puntos: tanto espacial como espacio-temporal
 - Minería de patrones frecuentes y secuenciales
 - Factorización de matrices y de tensores
 - Redes de Markov
 - Redes Neuronales: RNNs, CNNs
 - Minería de trayectorias
 - ...

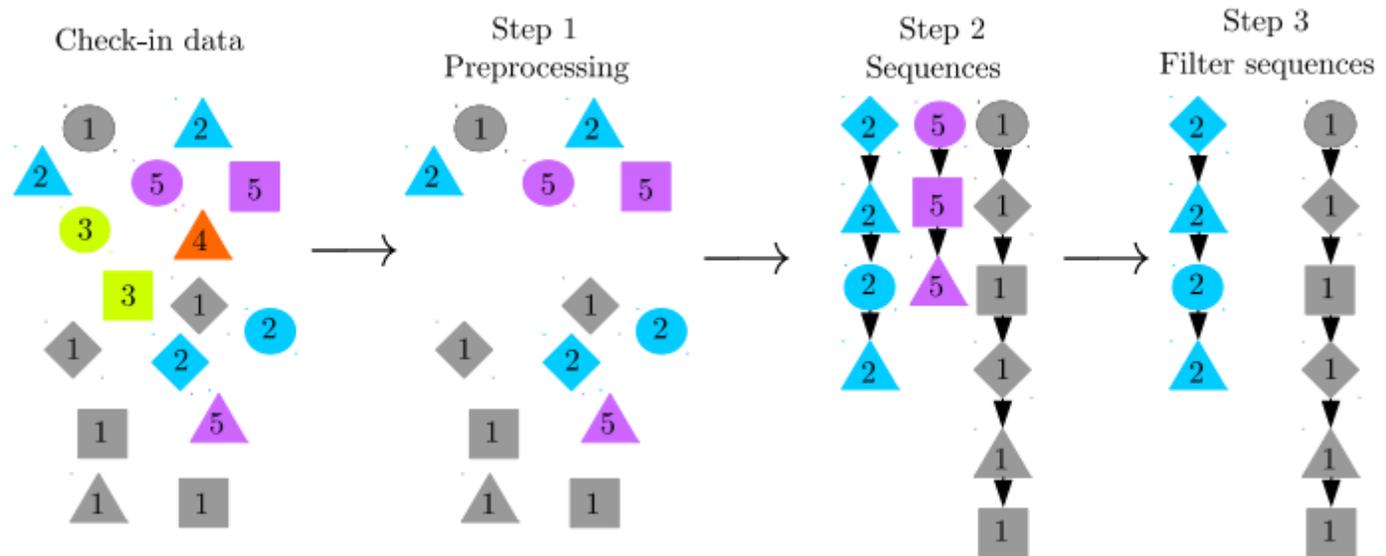
Métodos



Caso de uso: recomendación en Turismo

- Algunos métodos basados en trayectorias permiten combinar inteligentemente varios contextos
- Lo primero: extraer trayectorias o secuencias a partir de los datos

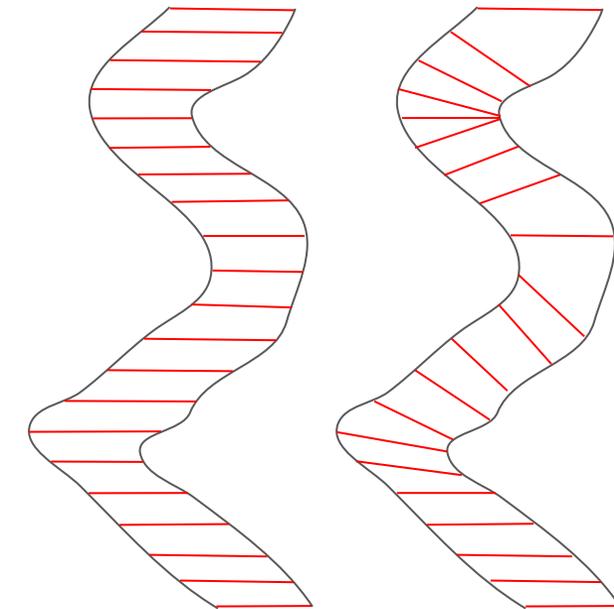
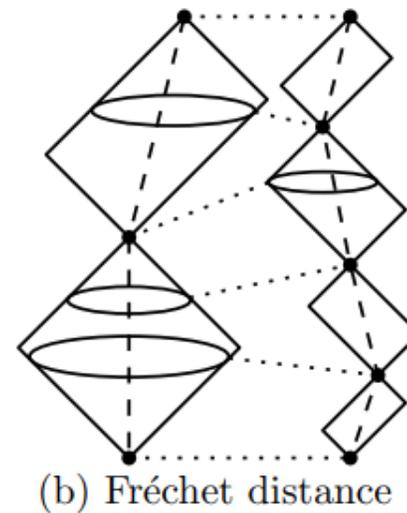
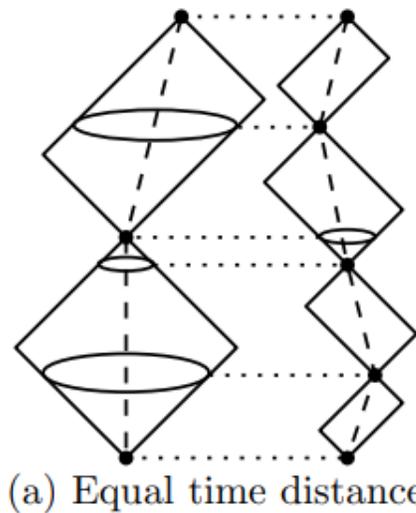
Métodos: trayectorias



Caso de uso: recomendación en Turismo

- Explotar trayectorias:

Para encontrar trayectorias similares: usando funciones de similitud entre trayectorias



Similitudes Euclídea vs DTW

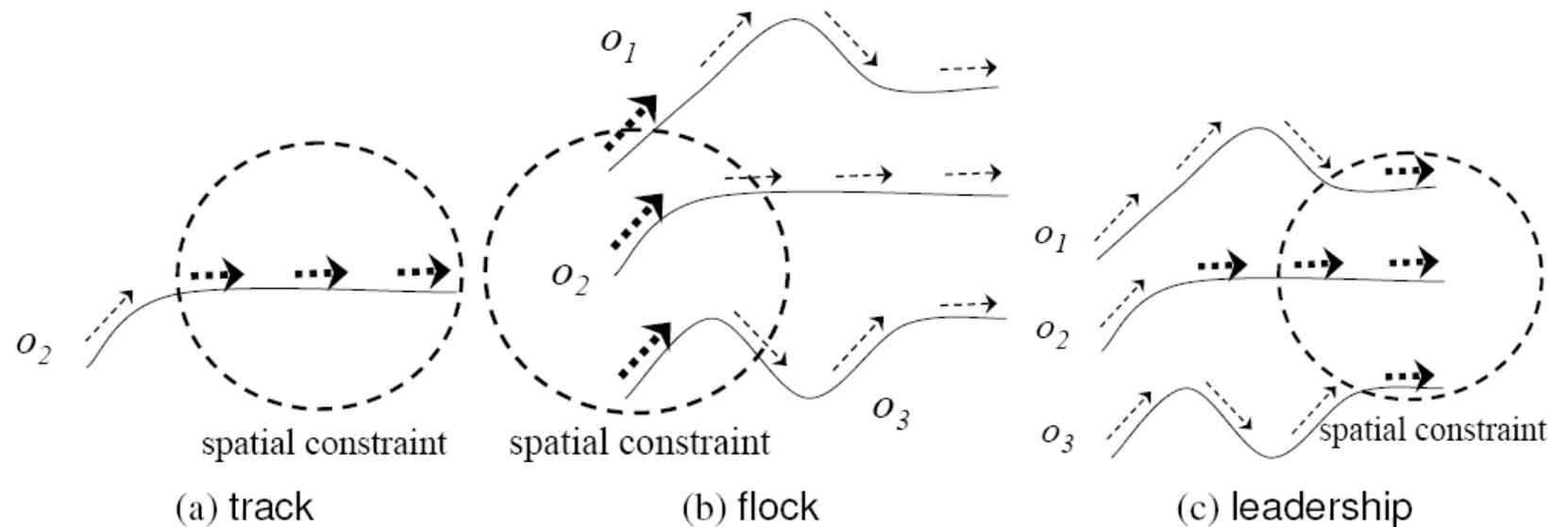
(Dynamic Time **Warping**)

Métodos: trayectorias

Caso de uso: recomendación en Turismo

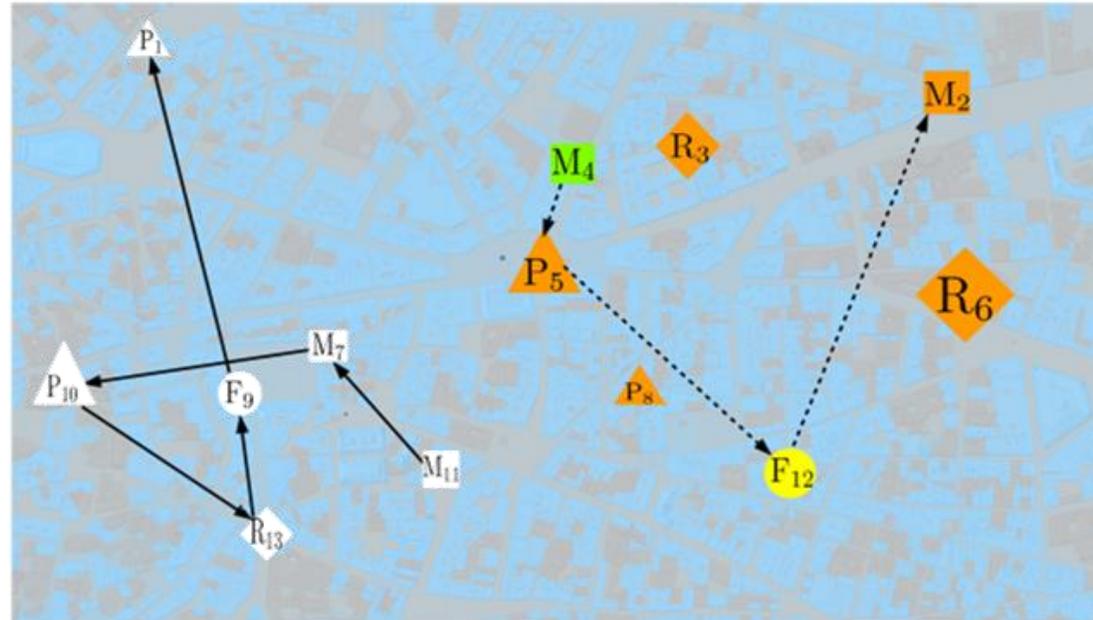
- Explotar trayectorias:
 - Para encontrar usuarios similares: usando kNN con funciones de similitud entre trayectorias o métodos de patrones de co-movimiento

Métodos: trayectorias



- Es posible aprovechar los métodos existentes a partir de varias técnicas de post-filtrado

Caso de uso:
recomendación
en Turismo



Métodos: reranking

$$f_{seq}^{lcs} \quad M_4 \rightarrow P_5 \rightarrow R_3 \rightarrow P_8 \quad f_{seq}^{dist} \quad M_4 \rightarrow P_5 \rightarrow P_8 \rightarrow R_3 \rightarrow M_2 \rightarrow R_6$$

$$f_{seq}^{stree} \quad M_4 \rightarrow P_5 \rightarrow R_3 \quad f_{seq}^{rec} \quad M_4 \rightarrow R_6 \rightarrow P_5 \rightarrow R_3 \rightarrow M_2 \rightarrow P_8$$

$$f_{seq}^{oracle} \quad M_4 \rightarrow P_5 \rightarrow M_2$$

- Es posible aprovechar los métodos existentes a partir de varias técnicas de post-filtrado

Caso de uso: recomendación en Turismo

Métodos: reranking

Family	Name	Abbr.	Description
Independent	Random	f_{seq}^{rnd}	Items reranked randomly
	Recommender-based	f_{seq}^{rec}	Items reranked according to the score provided by a recommender
Dependent on the previous item	Distance	f_{seq}^{dist}	Next selected item is the closest one to the previous item in the sequence
	Feature-based Markov Chain	f_{seq}^{feat}	Next selected item based on the category that maximizes the transition probability with respect to the category of previous item
	Item-based Markov Chain	f_{seq}^{item}	Next item is selected by maximizing the transition probability with respect to previous item
Dependent on the whole sequence	LCS-based	f_{seq}^{lcs}	Items reranked by maximizing the LCS between the categories of the recommended items and the user profile
	Suffix tree	f_{seq}^{stree}	Items reranked by searching the potential sequence as a substring in the suffix tree built based on the item categories in user profile
	Oracle	f_{seq}^{oracle}	Reranked items following the same order as in the test set

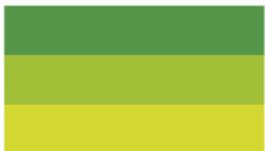


Índice

- Introducción
- Conceptos
- Contexto temporal
- Contexto secuencial
- Contexto social
- Contexto espacial
- Evaluación contextual
- Caso de uso: recomendación en Turismo
- **Conclusión**
 - Resumen
 - Retos

Conclusión

- El contexto en recomendación es una información muy útil que conviene explotar
- Hay muchas formas (técnicas) para hacerlo
 - Pero hay que saber cuándo
 - Y según el dominio, algunos contextos son más útiles que otros
 - También cambia cómo se captura el contexto
- En general, suelen dar mejores resultados
 - Aunque hay que alcanzar un compromiso junto con la cantidad de datos y la eficiencia esperada



Conclusión

- Datos contextuales, multidimensionales
- Alta dispersión
 - Al definir varios contextos posibles, disponemos de menos datos para aprender
- Identificar qué contextos son relevantes
 - Preguntando al usuario o de manera automática [Odić et al 2012]
- Identificar en qué momento hay que aplicar recomendación contextual
- Recomendación de contextos
 - Junto con la lista de ítems, se mostraría el o los contextos en el que serían más útiles

Retos





Sistemas de recomendación basados en contexto y secuencias

Alejandro Bellogín

Universidad Autónoma de Madrid