Clase 8: Clustering

Introducción, Ejemplos, Caso de uso real

Bárbara Poblete

¿Qué es el clustering?

Encontrar grupos de objetos especificando que:

Los objetos en un grupo sean similares (o relacionados) entre sí y

que sean diferentes (o no relacionados) a los objetos en otros grupos

¿Cuándo y para qué usar Clustering?

Cuando necesitemos dividir nuestros datos en grupos que sean:

significativos y/o útiles

debemos preocuparnos de capturar la estructura natural de los datos

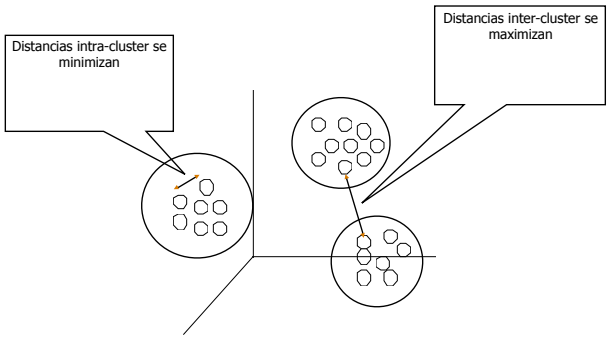
A veces es sólo un punto de partida

Clasificación vs. Clustering

Clasificación: aprendizaje supervisado

Clustering: aprendizaje no-supervisado

¿Qué es análisis de clusters?

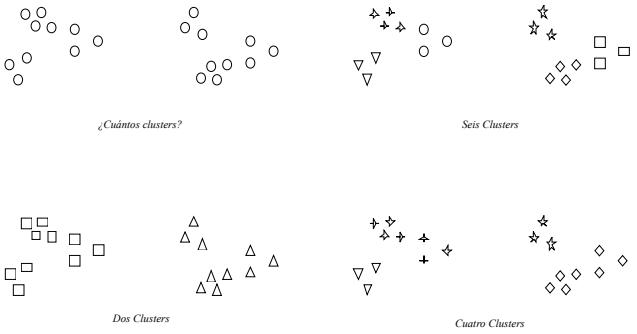


Análisis de clusters es una tarea esencial para muchas aplicaciones

Por ej:

- Encontrar clusters naturales y describir sus propiedades (data understanding)
- Encontrar agrupamientos útiles (data class identification)
- Encontrar representantes para grupos homogeneos (data reduction)
- Encontrar objetos inusuales (outliers detection)
- Encontrar perturbaciones aleatorios de los datos (noise detection)

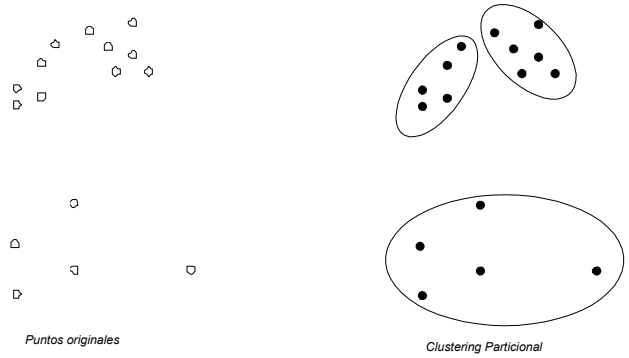
La noción de cluster puede ser ambigua



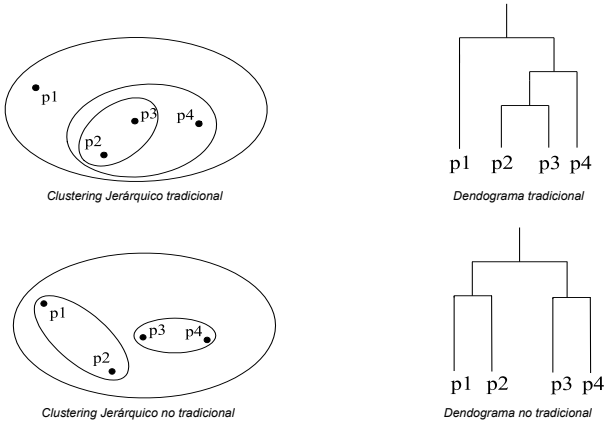
Tipos de clustering

- Un clustering es un conjunto de clusters
- Distinción importante entre conjuntos de clusters jerárquicos y particionales
- Clustering Particional
  - Divide los datos en subconjuntos sin traslape (clusters), tal que cada dato está en un solo subconjunto
- Clustering Jerárquico
  - Un conjunto de clusters anidados, organizados como un árbol

Clustering particional



Clustering jerárquico



Tipos de clusters

- Bien separados
- Basados en un centro
- Contiguos
- Basados en densidad
- Propiedad o Conceptual

Clusters bien separados

Un cluster es un conjunto de puntos tal que cualquier punto en un cluster está más cerca (es más similar) a cualquier otro punto en el cluster que a cualquier punto fuera del cluster

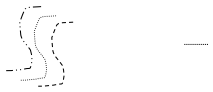
Clusters basados en un centro

Un cluster es un conjunto de objetos tal que un objeto en él esta más cerca (más similar) al centro del cluster que al centro de cualquier otro

El centro de un cluster puede ser el centroide, el promedio de todos los puntos en el cluster, o el medioide, el punto más "representativo" del cluster

Clusters contiguos (vecino más cercano o transitivo)

Un cluster es un conjunto de puntos tal que un punto en un cluster está más cerca (más similar) a uno o más puntos en el cluster que a cualquier punto no en el cluster



Clusters basados en densidad

Un cluster es una región densa de puntos, separada por regiones de baja densidad de otras regiones de alta densidad

Usado cuando los clusters son irregulares o están entrelazados, y cuando hay ruido y outliers

¿Ejemplos?

Imagenes

Web

Películas

Marketing

Algoritmo de Clustering: K-means

De los métodos más populares

Particional

- Cada cluster se asocia a un centroide
- Cada punto se asigna al cluster cuyo centroide sea el más cercano
- Parámetro, K = número de clusters

Algoritmo de Clustering: K-means

Algorithm 1 Basic K-means Algorithm.

1: Select K points as the initial centroids.
2: **repeat**
3: Form K clusters by assigning all points to the closest centroid.
4: Recompute the centroid of each cluster.
5: **until** The centroids don't change

Complejidad es O(n * K * I * d)
n puntos, K centros, I iteraciones, d dimensiones

Sum of Squared Error (SSE)

- Medida más común para evaluar clusters
- Por cada punto, error es la distancia al cluster más cercano
- x: punto en el cluster Ci, mi: centroide Ci
- Dados 2 clusters se escoge el que tiene menos error

$$SSE = \sum_{i=1}^{K} \sum_{x \in C_i} dist^2(m_i, x)$$

Variante: Bisecting K-means

Puede producir clustering jerárquico o particional

Algorithm 3 Bisecting K-means Algorithm.

```
1: Initialize the list of clusters to contain the cluster containing all points.
2: repeat
3:    Select a cluster from the list of clusters
4:    for i = 1 to number_of_iterations do
5:       Bisect the selected cluster using basic K-means
6:    end for
7:    Add the two clusters from the bisection with the lowest SSE to the list of clusters.
8: until Until the list of clusters contains K clusters
```

Ejemplo real

Query-sets [Poblete and Baeza-Yates, WWW 2008]

Mezcla conceptos de modelamiento de datos, reglas de asociación y clustering

Necesidad de organizar automáticamente el contenido en la Web

Gran cantidad de documentos en la Web (siempre en aumento)

Es difícil manejar y organizar la información

Organización óptima de contenido es fundamental para los sitios Web

Se necesitan métodos **automáticos, efectivos y eficientes**

La organización automática también es importante para:

Mejorar los resultados de los buscadores

Desambiguar y/o específicar búsquedas

Personalizar, rankeando alto temas de interés para el usuario

Descubrir nuevos temas permite ver tendencias y cambio en intereses

Agrupar y etiquetar documentos Web es difícil...

debido a la alta dimensionalidad de los datos

colecciones enormes de documentos

es difícil asignar etiquetas entendibles

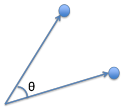
Modelo vectorial de documentos

La casa blanca está sobre la colina. La colina está nevada y blanca.

blanca casa colina esta la nevada sobre y

< 2 , 1 , 2 , 2 , 3 , 2 , 1 , 1 >

$$sim(A,B) = \cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\|\|B\|}$$



Clustering usando el modelo vectorial

Agrupa documentos que no representan un tema coherente para humanos

Se generan etiquetas sin sentido

Es costoso computacionalmente

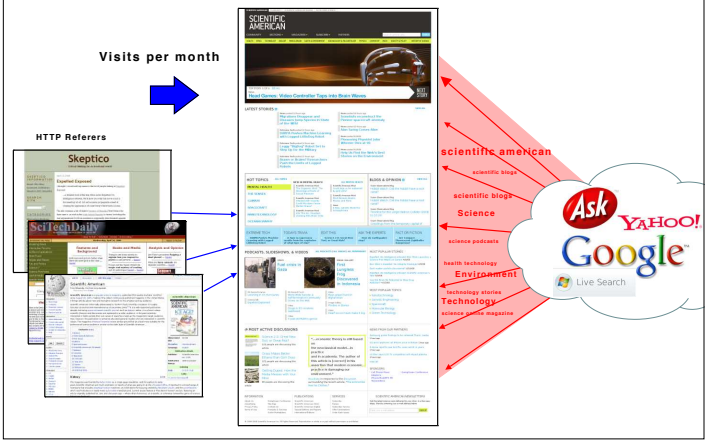
¿Refleja la similitud lo que realmente queremos?

¿Podemos mejorar la representación de documentos para que así

la similitud entre documentos tenga más significancia?

¿Cómo?

¿Cómo mejorar el clustering?



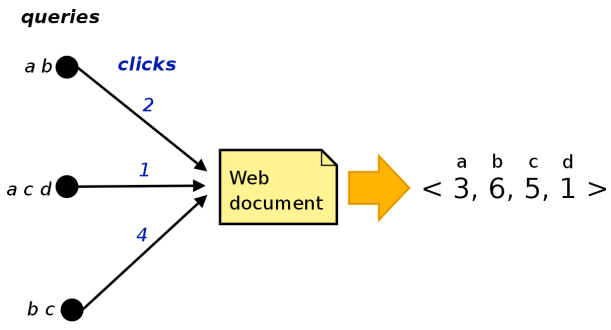
Proponemos modelos alternativos

Original: modelo vectorial de documentos (bag-of-words)

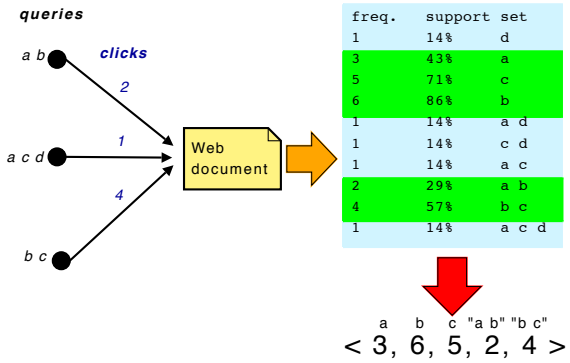
Alt. 1: modelo vectorial de consultas (bag-of-queries)

Alt. 2: modelo vectorial de patrones de consultas (bag-of-query-sets)

Modelo vectorial de consultas (query model)



Modelo vectorial de patrones de consultas (query-set model)



Experimento

Se usaron los logs de Universia (portal del Santander)

610 mil sessiones x mes, 160 mil consultas

81% documentos visitados vía consultas

87% del trafico del sitio va a estos documentos

Comparación

Se modelaron los documentos usando los 3 modelos: vector-space, query y query-set

Se aplica el mismo algoritmo de clustering (Bisecting k-means)

Se etiquetan los clusters automáticamente

Se evalúa la coherencia del documento a su etiqueta (para todos).

Resultados

Modelo	Calidad	Dimensiones	Acuerdo
Vector-space	40%	8.910	69%
Query	57%	7.718	67%
Query-Set	**77%**	**564**	**81%**