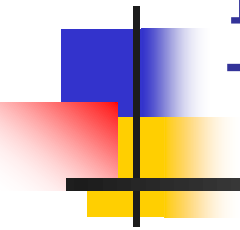


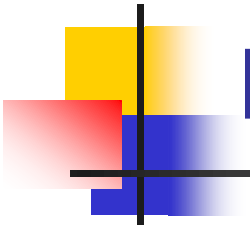
IT4853
Tìm kiếm và trình diễn thông tin

Bài 19. Chia cụm văn bản (2)

IIR. C16. Flat clustering

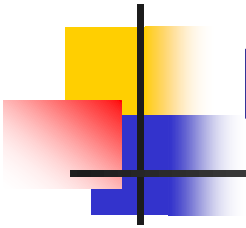
TS. Nguyễn Bá Ngọc, *Bộ môn Hệ thống thông tin, Viện CNTT & TT*
ngocnb@soict.hust.edu.vn

Hà Nội, 2016



Nội dung chính

- Tính hội tụ của K-means
- Đánh giá kết quả chia cụm



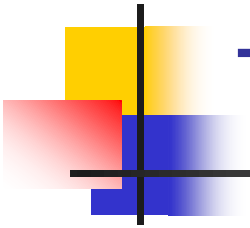
K-means luôn hội tụ

- RSS: **R**esidual **S**um of **S**quares;
- RSS tổng bình phương khoảng cách giữa các văn bản và trọng tâm gần nhất;
- RSS giảm dần sau mỗi bước chia cụm
  - Vì mỗi văn bản được gán với trọng tâm gần nhất;
- RSS giảm sau mỗi bước xác định lại tâm cụm
  - Xem slides tiếp theo
- Số cách chia cụm là hữu hạn;

RSS giảm khi xác định lại tâm cụm

- $RSS = \sum_{k=1..K} RSS_k$
- $RSS_k(\vec{\mu}) = \sum_{\vec{x} \in \omega_k} \|\vec{\mu} - \vec{x}\|^2$
- $RSS_k(\vec{\mu}) = \sum_{\vec{x} \in \omega_k} \sum_{i=1..M} (\mu_i - x_i)^2$
- $\frac{\partial RSS_k(\vec{\mu})}{\partial \mu_i} = \sum_{\vec{x} \in \omega_k} 2(\mu_i - x_m)$
- $\mu_i = \frac{1}{|\omega_k|} \sum_{\vec{x} \in \omega_k} x_i$

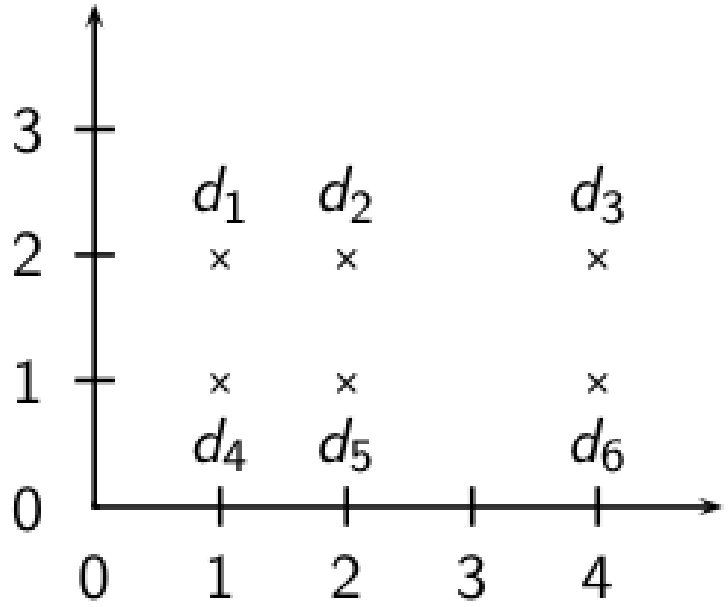
RSS đạt cực tiểu tại $\vec{\mu}$ là tâm cụm



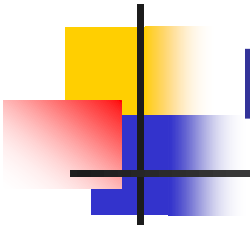
Tính tối ưu của K-means

- Hội tụ không đồng nhất với cách chia cụm tối ưu;
- Nếu lựa chọn tâm cụm ban đầu không tốt, chất lượng chia cụm có thể rất thấp.

Hội tụ, cận tối ưu

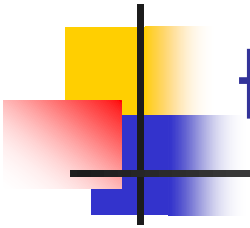


- Kết quả chia cụm tối ưu cho K = 2?
- Luôn hội tụ với các tập mầm $\{d_i, d_j\}$ bất kỳ?



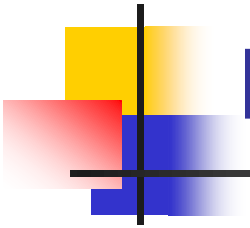
Khởi tạo K-means

- Nhược điểm của khởi tạo ngẫu nhiên là không ổn định: kết quả chia cụm có thể không tối ưu
- Hiệu chỉnh:
  - Lựa chọn tập mầm tốt;
  - V.D., thực hiện nhiều lượt sinh ngẫu nhiên rồi chọn kết quả tốt nhất.



Độ phức tạp giải thuật K-means

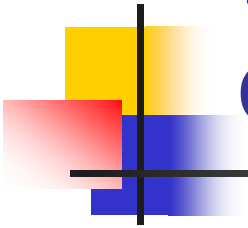
- Tính khoảng cách giữa hai vec-tơ O(M)
- Gắn văn bản với trọng tâm: O(KNM)
- Xác định lại trọng tâm: O(NM)
- Giả sử giải thuật hội tụ sau I bước
- Độ phức tạp tổng quát: O(IKNM)



Nội dung chính

- Tính hội tụ của K-means
- Đánh giá kết quả chia cụm

Đánh giá kết quả chia cụm dựa trên dữ liệu phân lớp



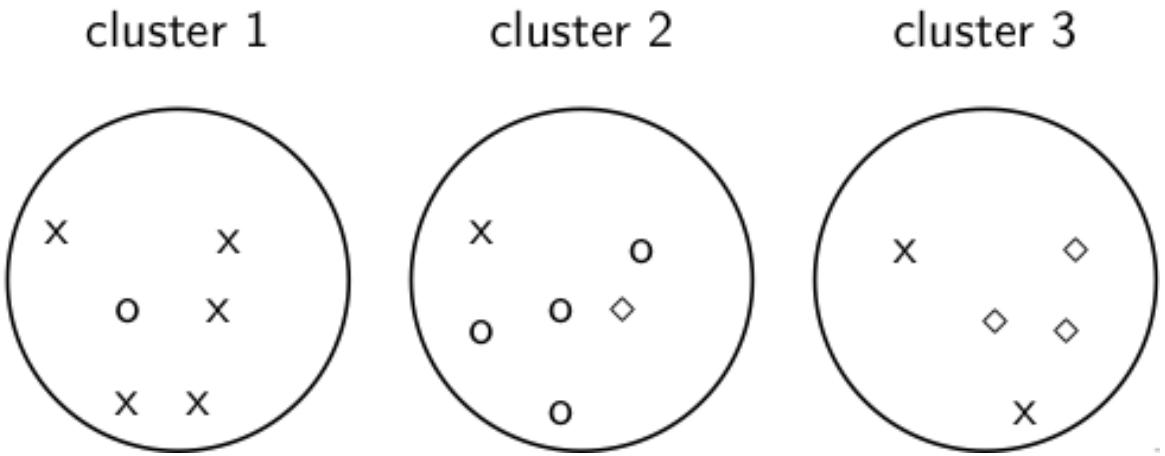
- Ý tưởng: Coi kết quả phân lớp là phương án chia cụm tối ưu, đáp ứng tốt nhất các tiêu chí chia cụm.
  - Đánh giá kết quả chia cụm bằng cách so sánh với kết quả phân lớp mẫu.
- Các độ đo:
  - Purity
  - Rand Index

Độ đo Purity

$$\text{purity}(\Omega, C) = \frac{1}{N} \sum_k \max_j |\omega_k \cap c_j|$$

- $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_K\}$ là tập cụm,
- $C = \{c_1, c_2, \ldots, c_J\}$ là tập lớp.

Ví dụ Purity



- Tính purity:
  - $\max_j |\omega_1 \cap c_j| = 5$; $\max_j |\omega_2 \cap c_j| = 4$; $\max_j |\omega_3 \cap c_j| = 3$
  - Purity = $(1/17) \times (5 + 4 + 3) \approx 0.71$.

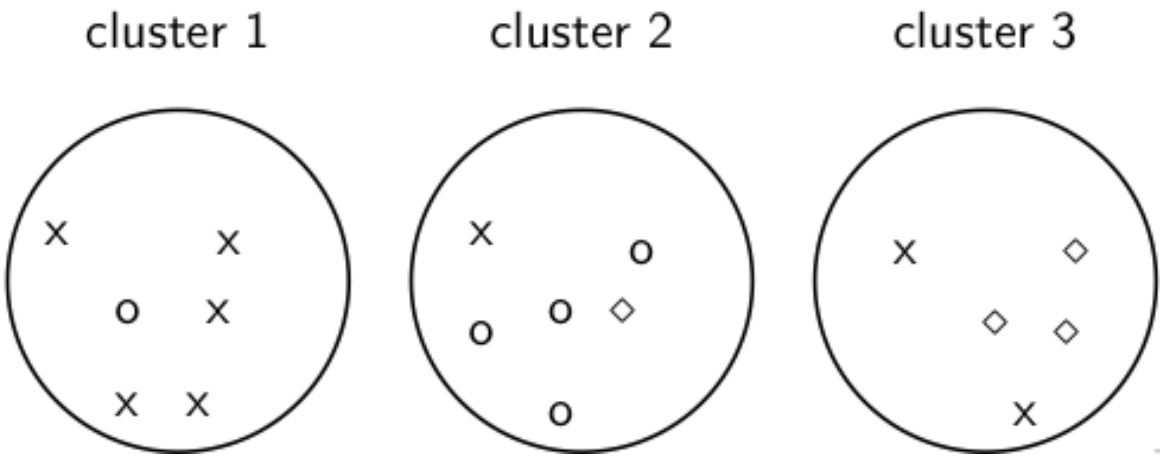
Rand Index

$$RI = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$$

	Cùng lớp	Khác lớp
Cùng cụm	TP	FP
Khác cụm	FN	TN

- TP+ FN + FP + TN = N là tổng số cặp văn bản.

Ví dụ Rand Index



$$TP = \binom{5}{2} + \binom{4}{2} + \binom{3}{2} + \binom{2}{2} = 20$$

$$TP + FP = \binom{6}{2} + \binom{6}{2} + \binom{5}{2} = 40$$

FP = 40 − 20 = 20, FN và TN được xác định tương tự.

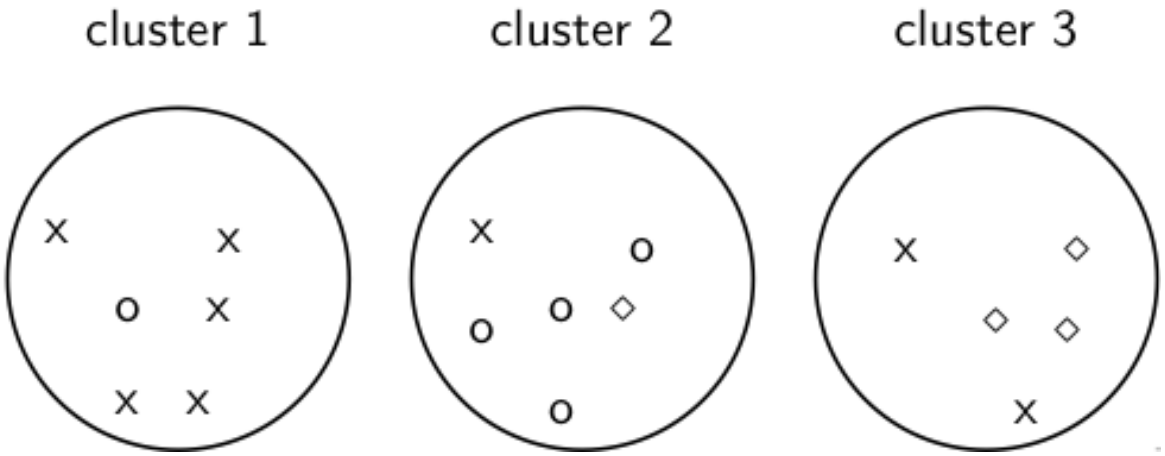
Ví dụ Rand Index

	Cùng lớp	Khác lớp
Cùng cụm	TP = 20	FP = 20
Khác cụm	FN = 24	TN = 72

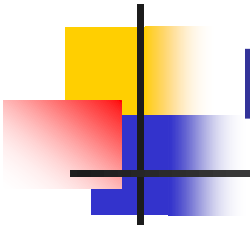
$$RI = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$$

RI = (20 + 72)/136

Tổng hợp



	purity	NMI	RI	F_5
lower bound	0.0	0.0	0.0	0.0
maximum	1.0	1.0	1.0	1.0
value for example	0.71	0.36	0.68	0.46



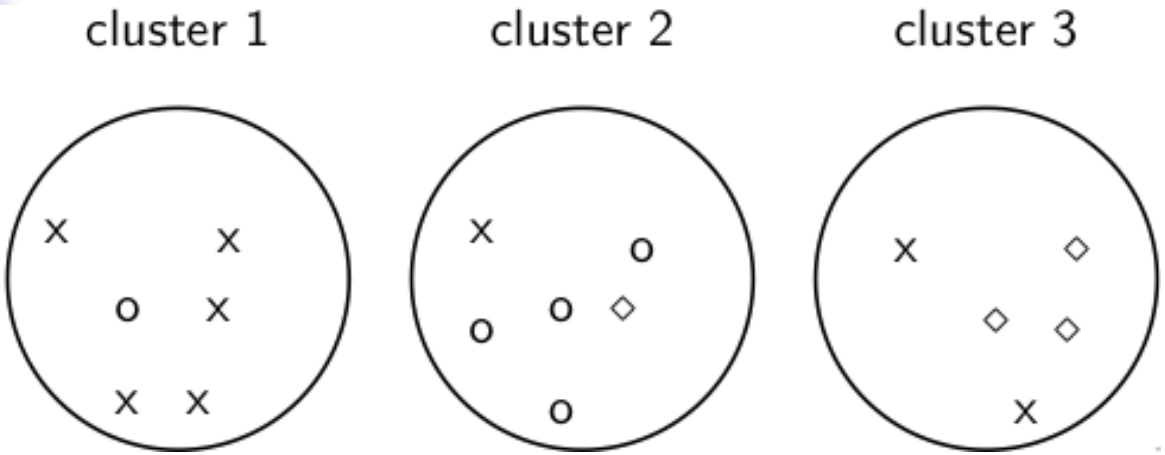
Bài tập 19.1

Hai điều kiện dừng của giải thuận k-means: (i) kết quả phân cụm không thay đổi; (ii) tâm cụm không thay đổi.

Từ điều kiện (i) có suy ra được điều kiện (ii) hay không?

Từ điều kiện (ii) có suy ra được điều kiện (i) hay không?

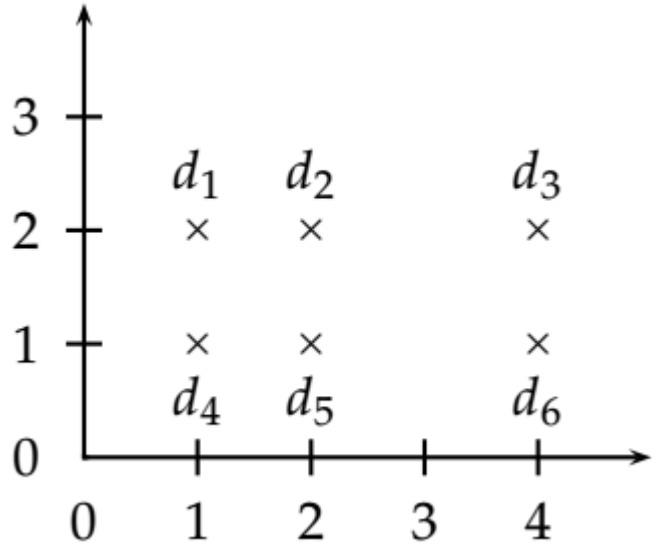
Bài tập 19.2



Thay thế mỗi văn bản trên hình vẽ bằng hai văn bản. Sau đó hãy tính Purity và RI.

Thêm các văn bản trùng lặp có làm quá trình chia cụm khó hơn không? Đại lượng nào thay đổi/không thay đổi?

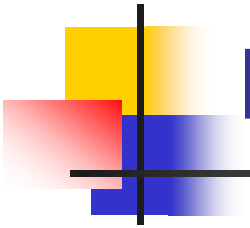
Bài tập 19.3



$\{\{d_1, d_2, d_3\}, \{d_4, d_5, d_6\}\}$

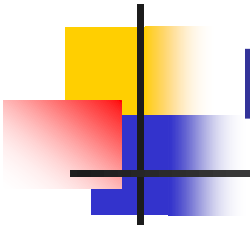
$\{\{d_1, d_2, d_4, d_5\}, \{d_3, d_6\}\}$

Hãy tính RSS cho kết quả chia cụm trong cả hai trường hợp.



Bài tập 19.5

Hãy lấy ví dụ một tập điểm và 3 trọng tâm ban đầu sao cho kết quả phân cụm 3-means hội tụ với cụm rỗng. (ii) Kết quả chia cụm với cụm rỗng có thể là kết quả tối ưu toàn cục theo RSS?



Bài tập 19.6

Hãy chứng minh $RSS_{min}(K)$ là hàm đơn điệu giảm đối với biến K.