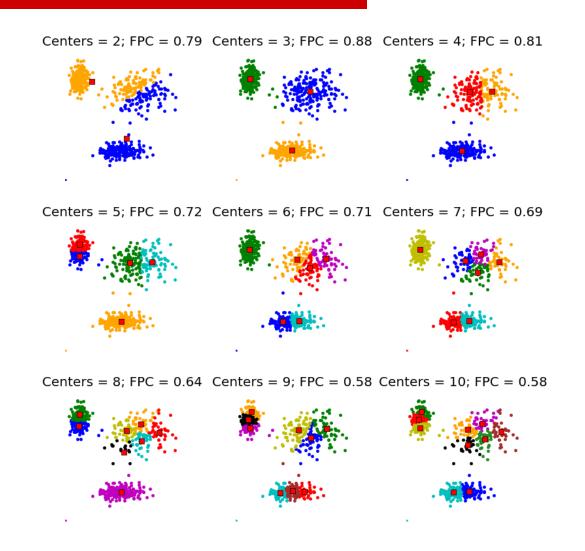
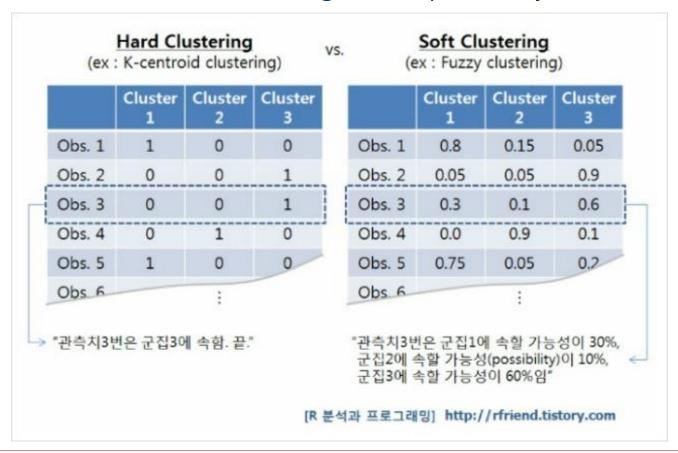
Fuzzy C-means (FCM) Clustering Algorithm



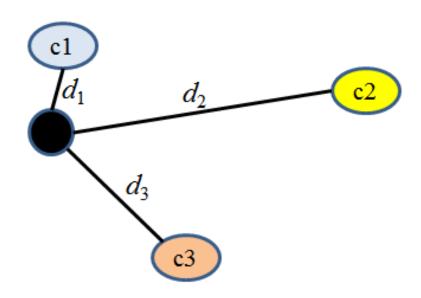
출처: https://pythonhosted.org/scikit-fuzzy/auto_examples/plot_cmeans.html

- 퍼지 군집(Fuzzy Clustering)에서는 퍼지 이론에 기반해서 각 관 측치가 여러 군집에 동시에 속할 수 있음
- 각 군집 별로 속할 가능성(degrees of possibility)을 제시



- 퍼지 군집 알고리즘으로 가장 많이 사용되는 것
 - ✓ Fuzzy C-means(FCM) Clustering Algorithm
- FCM은 1973년 J. C. Dunn이 개발하였고, 1981년 J. C. Bezdek 이 발전시켰음
- FCM algorithm은 K-means algorithm과 매우 유사
- 군집 내 관측치들 간의 유사성을 최대화하고(즉, 군집의 중심과 관측치 간 거리의 합을 최소화), 군집 간 비유사성을 최대화(즉, 군집의 중심 간 거리의 합을 최대화) 하는 최적 해(optimal solution)를 반복적인 연산을 통해 찾는 개념은 동일

- K개의 군집을 전문가가 사전적으로 지정해 주는 것도 동일
- 유사성의 척도로 거리(distance)를 사용하는 것도 동일
- 다만, 퍼지 군집에서는 각 관측치가 특정 군집에 속할 가능성, <u>가</u> 중치 w 를 계산하는 것이 다름





U membership matrix

$$\begin{bmatrix} u_{11} & \cdots & u_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{C1} & \cdots & u_{CN} \end{bmatrix}$$

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^{N} u_{ij}^m}{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^m}$$

CONTINUE



Iterative procedure

Objective function

$$|Q(t)-Q(t-1)|<\varepsilon$$

STOP

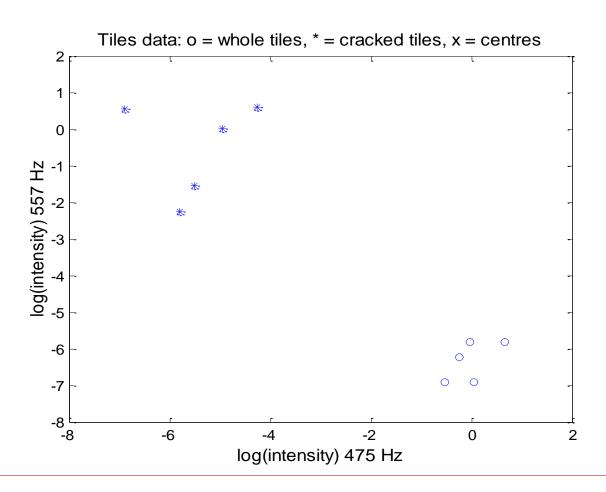
2. FCM 처리 알고리즘

- 1. 군집의 개수 K를 선택함
- 2. 각 관측치가 특정 군집에 속할 가중치(가능성) 값을 무작위로 할당

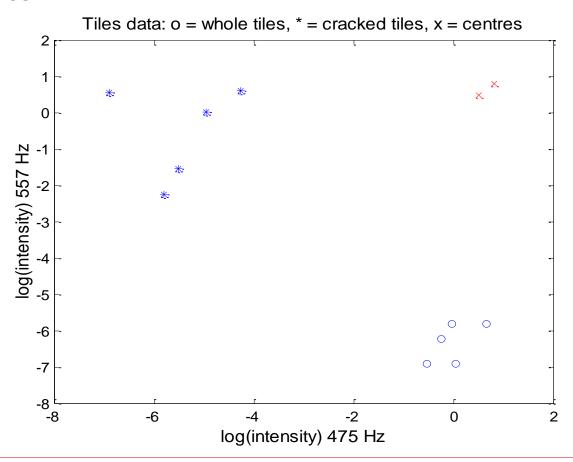
3. Repeat

- ▶ 각 군집의 중심을 계산함
- 각 관측치에 대해 특정 군집에 속할 가중치(가능성) 값을 다시 계산
- 4. Until 알고리즘이 수렴할 때
 - ✓ 즉, 3번의 2회 반복에서 더 이상 가중치 값의 변화가 주어진 민감도
 기준치 미만일 때(또는 각 군집의 중심 변화가 주어진 기준값 미만일
 때)

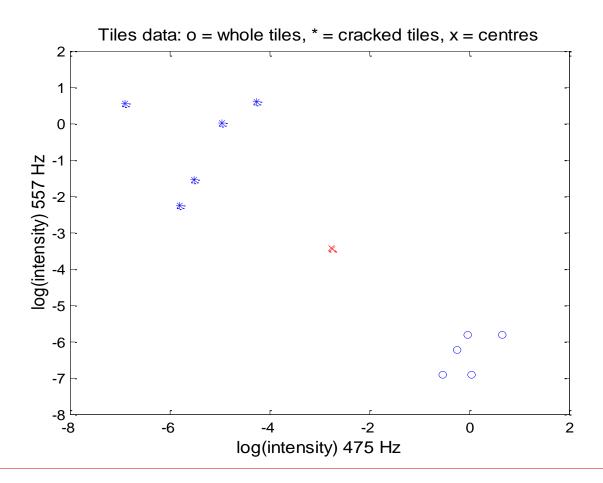
Each data point belongs to two clusters to different degrees



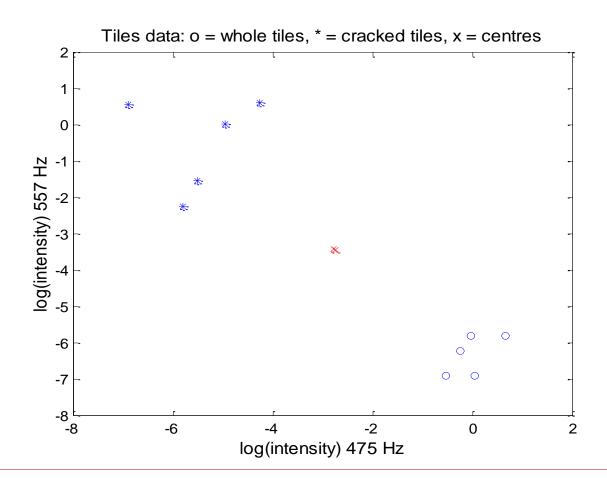
- Place two cluster centers
- Assign a fuzzy membership to each data point depending on distance



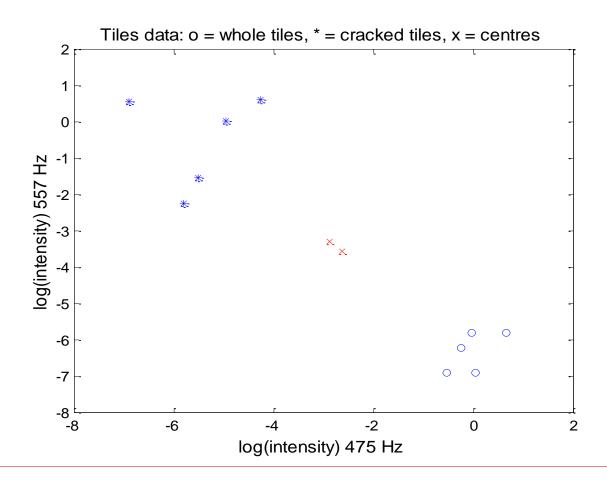
- Compute the new center of each class
- Move the crosses (x)



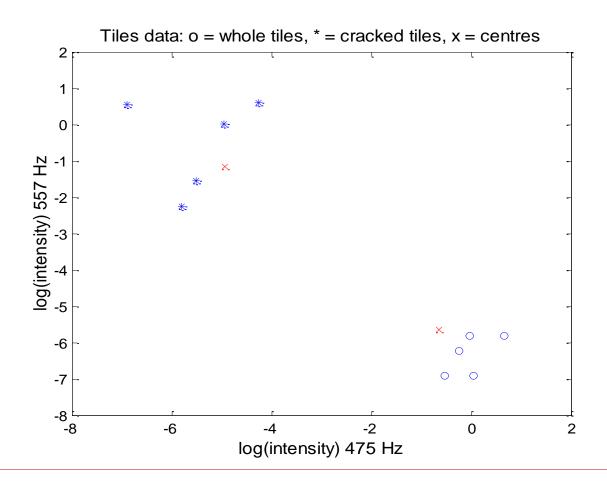
• Iteration 2



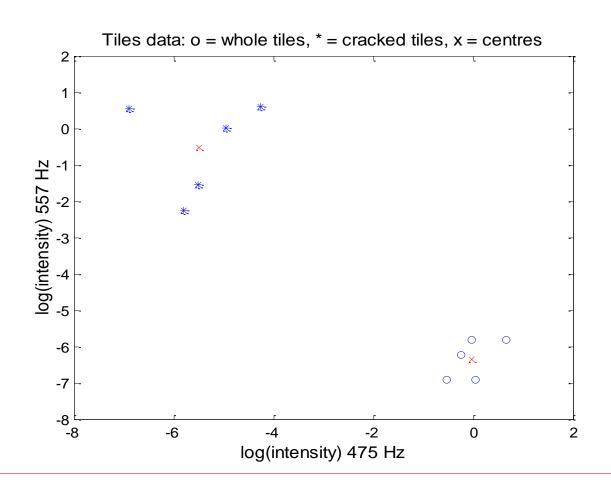
Iteration 5



• Iteration 10



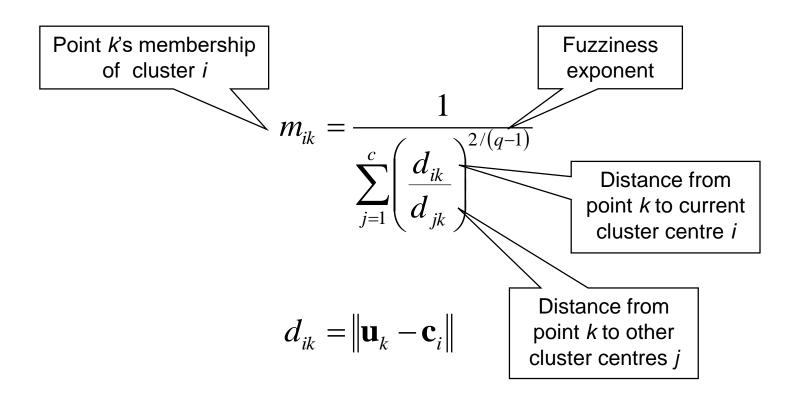
- Iteration 13 (then stop, because no visible change)
- Each data point belongs to the two clusters to a degree



- **Iteration 13** (then stop, because no visible change)
- Each data point belongs to the two clusters to a degree

```
M =
        0.0025
                0.9975
        0.0091
                0.9909
        0.0129
                0.9871
        0.0001
                0.9999
        0.0107
                0.9893
        0.9393
                0.0607
        0.9638
                0.0362
        0.9574
                0.0426
        0.9906
                0.0094
        0.9807
                0.0193
```

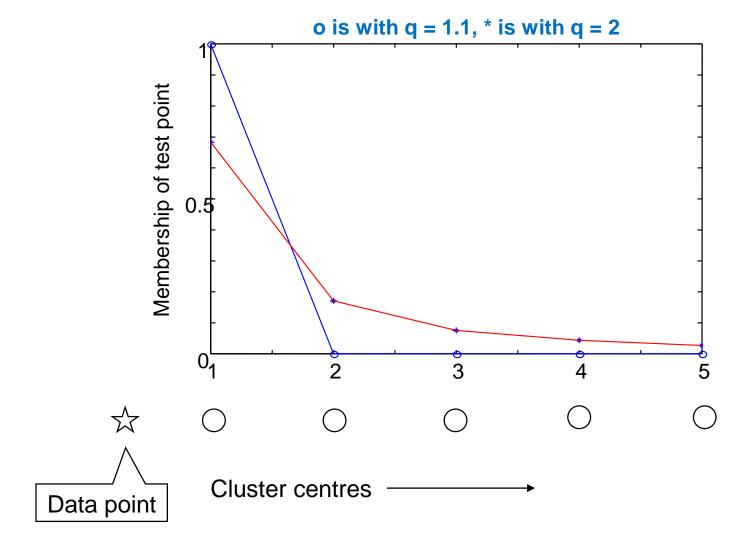
4. Fuzzy membership matrix M



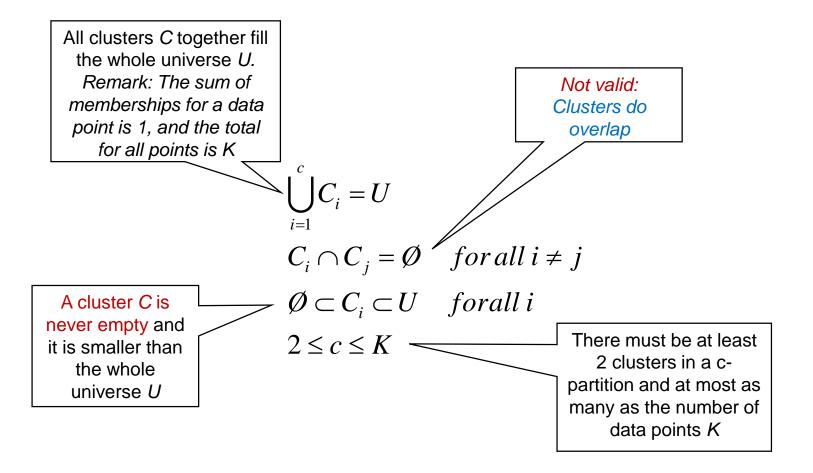
4. Fuzzy membership matrix M

$$\begin{split} m_{ik} &= \frac{1}{\sum_{j=1}^{c} \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}}\right)^{2/(q-1)}} \\ &= \frac{1}{\left(\frac{d_{ik}}{d_{1k}}\right)^{2/(q-1)} + \left(\frac{d_{ik}}{d_{2k}}\right)^{2/(q-1)} + \dots + \left(\frac{d_{ik}}{d_{ck}}\right)^{2/(q-1)}} \\ &= \frac{1}{\frac{1}{d_{1k}^{2/(q-1)}} + \frac{1}{d_{2k}^{2/(q-1)}} + \dots + \frac{1}{d_{ck}^{2/(q-1)}}} \end{split} \qquad \qquad \text{Gravitation to cluster } i \text{ relative to total gravitation} \end{split}$$

4. Fuzzy membership matrix M



5. Fuzzy c-partition



6. K-means 실습

◆ IRIS 데이터세트를 이용한 실습

- https://en.wikipedia.org/wiki/Iris_flower_data_set
- https://rpubs.com/wjholst/322258
- 3개의 클래스로 각 50개씩, 전체 150개 데이터로 이루어짐
- iris2.dat 파일 참조
- 가장 기본적인 K-means 알고리즘을 C++로 구현
- 초기값 설정 알고리즘은 아래의 두 가지 방법 사용
 - Forgy 기법
 - Random Partition 기법