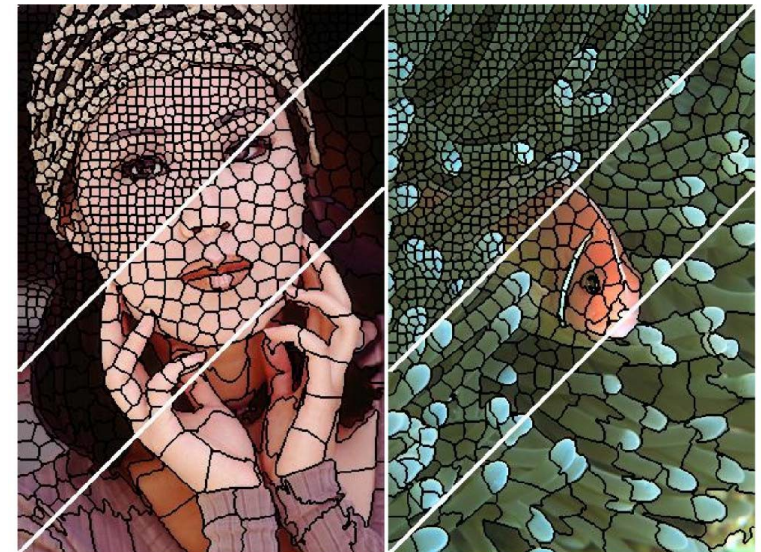


# Υπερ-εικονοστοιχεία

Τοπική συγκέντρωση όμοιων εικονοστοιχείων  
Σύνοψη τιμών για υπολογισμό χαρακτηριστικών

Σεβασμός των ορίων των περιοχών της εικόνας  
Τμηματοποίηση : βελτίωση ποιότητας  
Ταχύτητα υπολογισμών



R. Achanta et al.,  
SLIC superpixels compared to  
state-of-the-art superpixel methods,  
*IEEE Trans. on Pattern Analysis  
and Machine Intelligence*, 2011.

# Κατάτμηση βασισμένη στην ομαδοποίηση

Δεδομένα χρώματος και θέσης  $[L, a, b, x, y]$

Παράμετρος : προσεγγιστικά επιθυμητός αριθμός υπερ-εικονοστοιχείων ( $k$ )

Αρχικοποίηση με υποδειγματοληψία με περίοδο  $S = \sqrt{\frac{N}{k}}$

Τοποθέτηση των αρχικών κέντρων σε θέσεις χαμηλής χρωματικής αντίθεσης

Ορισμός απόστασης  $D = \sqrt{d_c^2 + m^2 \frac{d_s^2}{S^2}}$

$d_c$  χρωματική απόσταση

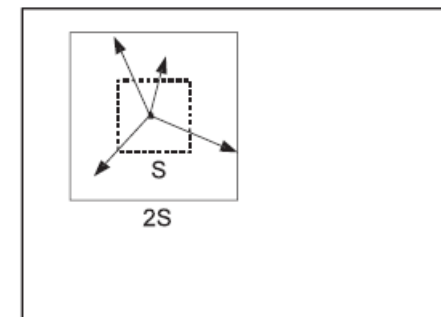
$d_s$  απόσταση θέσης

$m$  παράμετρος που ρυθμίζει το συμπαγές της περιοχής

# Επαναληπτικός αλγόριθμος (SLIC)

## Simple Linear Iterative Clustering

```
repeat
  /* Assignment */
  for each cluster center  $C_k$  do
    for each pixel  $i$  in a  $2S \times 2S$  region around  $C_k$  do
      Compute the distance  $D$  between  $C_k$  and  $i$ .
      if  $D < d(i)$  then
        set  $d(i) = D$ 
        set  $l(i) = k$ 
      end if
    end for
  end for
  /* Update */
  Compute new cluster centers.
  Compute residual error  $E$ .
until  $E \leq \text{threshold}$ 
```



R. Achanta et al.,  
SLIC superpixels compared to  
state-of-the-art superpixel methods,  
*IEEE Trans. on Pattern Analysis  
and Machine Intelligence*, 2011.

Ε είναι η απόσταση των νέων κέντρων από τα προηγούμενα

# Αλγόριθμος βασισμένος σε ομαδοποίηση



9741  
υπερ-εικονοστοιχεία  
(μέσο μέγεθος 100,  
συνδεσιμότητα=4)



5008  
υπερ-εικονοστοιχεία  
(μέσο μέγεθος 200,  
συνδεσιμότητα=4)



2495  
υπερ-εικονοστοιχεία  
(μέσο μέγεθος 400,  
συνδεσιμότητα=4)

# Αλγόριθμος βασισμένος σε ομαδοποίηση



704 υπερ-εικονοστοιχεία  
(μέσο μέγεθος 400,  
συνδεσιμότητα=4)

# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους

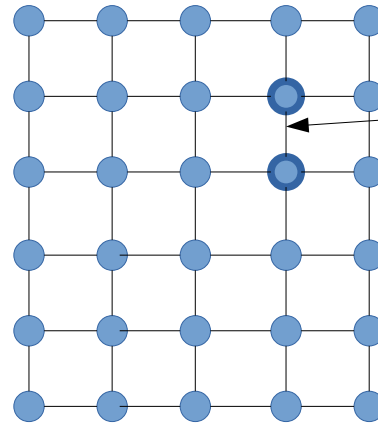
$$G = \{V, E\}$$

**V**

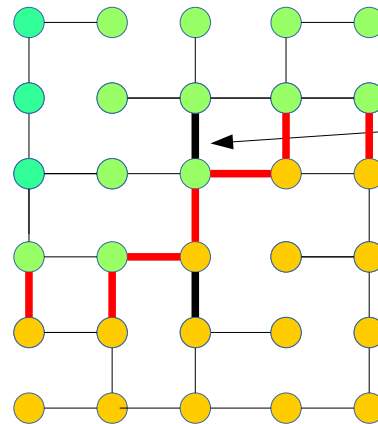
Κόμβοι γράφου  
Εικονοστοιχεία εικόνας

**E**

Ακμές γράφου  
Ανομοιότητα εικονοστοιχείων



$$w(v_i, v_j) = |I(p_i) - I(p_j)|$$



Διαμέριση γράφου  
Τμηματοποίηση εικόνας

$$Int(C) = \max_{e \in MST(C, E)} w(e)$$

# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους

Ορισμός βάρους ακμής  $w(v_i, v_j) = |I(p_i) - I(p_j)|$

Φίλτρο Gauss ( $\sigma$ )

Εσωτερική διαφορά

$$Int(C) = \max_{e \in MST(C, E)} w(e)$$

Ελαφρύτατο συνδετικό δένδρο

Απόσταση περιοχών

$$Dif(C_1, C_2) = \min_{v_i \in C_1, v_j \in C_2, (v_i, v_j) \in E} w(v_i, v_j)$$

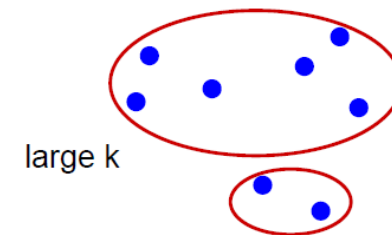
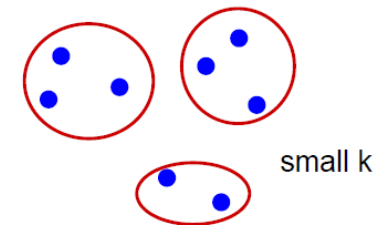
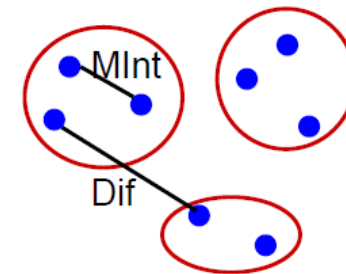
Υπαρξη συνόρου μεταξύ περιοχών

$$D(C_1, C_2) = \begin{cases} \text{true} & \text{if } Dif(C_1, C_2) > MInt(C_1, C_2) \\ \text{false} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$MInt(C_1, C_2)$$

$$= \min(Int(C_1) + \tau(C_1), Int(C_2) + \tau(C_2))$$

$$\tau(C) = k/|C|$$



# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους

Είσοδος :  $G=(V, E)$  Πλήθος ακμών  $Q$

Αρχικό βήμα : μη-φθίνουσα διάταξη των ακμών κατά το βάρος

Αρχική τμηματοποίηση : εικονοστοιχεία

Για  $q=1, \dots, Q$

$o_q=(v_i, v_j)$  Ακμή τάξης  $q$

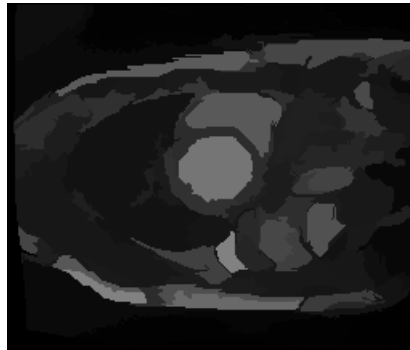
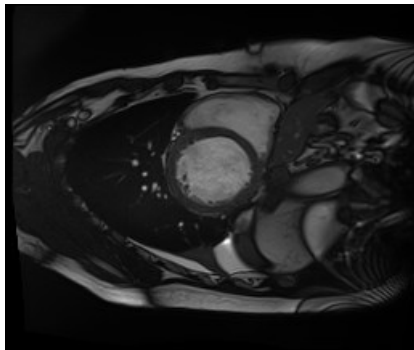
$C_i^{q-1}, C_j^{q-1}$  Αντίστοιχες συνιστώσες

Αν  $C_i^{q-1} \neq C_j^{q-1}$  και  $w(o_q) \leq MInt(C_i^{q-1}, C_j^{q-1})$

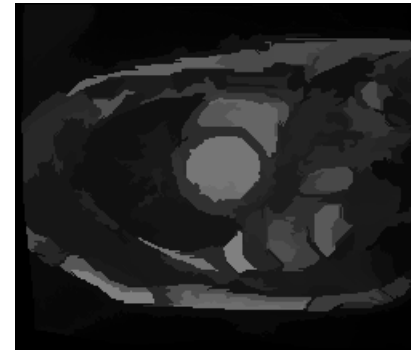
ένωση  $C_i^{q-1}, C_j^{q-1}$

Ελαφρύτατο συνδετικό δένδρο  
Αλγόριθμος Kruskal

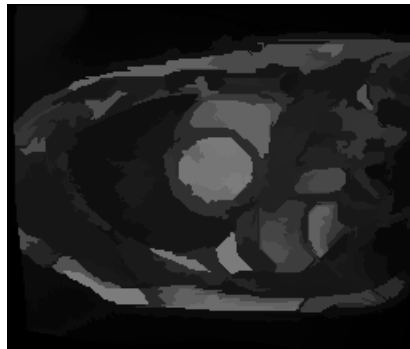
# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους



$k=50$



$k=40$



$k=30$



$k=20$

# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους



1471  
υπερ-εικονοστοιχεία  
(συνδεσιμότητα=8)

$k=100, m=100$

# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους



1415  
υπερ-εικονοστοιχεία  
(συνδεσιμότητα=8)

$k=50, m=100$

# Αλγόριθμος βασισμένος σε γράφους



2838  
υπερ-εικονοστοιχεία  
(συνδεσιμότητα=8)

$k=50, m=50$

# Ομαδοποίηση υπερ-εικονοστοιχείων

Αλγόριθμος K-means : ομάδες δεδομένων που αντιπροσωπεύονται από ένα κέντρο.

Δίδεται το πλήθος  $K$  των ομάδων και ο ορισμός της απόστασης μεταξύ των δεδομένων

Ελαχιστοποίηση 
$$D = \sum_{k=1}^K \sum_{\mathbf{x}_i \in C_k} w_i \|\mathbf{x}_i - \mathbf{r}_k\|^2$$

(1) ανάθεση των διανυσμάτων δεδομένων σε ομάδες με βάση την απόσταση από τα κέντρα

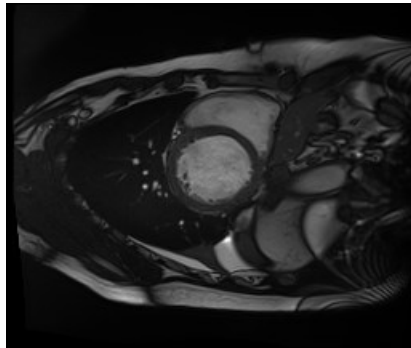
$$\|\mathbf{x} - \mathbf{r}_k\| < \|\mathbf{x} - \mathbf{r}_l\| \quad \forall l \neq k \Rightarrow \mathbf{x} \in C_k$$

(2) εύρεση των κέντρων ελαχιστοποιώντας τη μέση απόσταση εντός μιας ομάδας

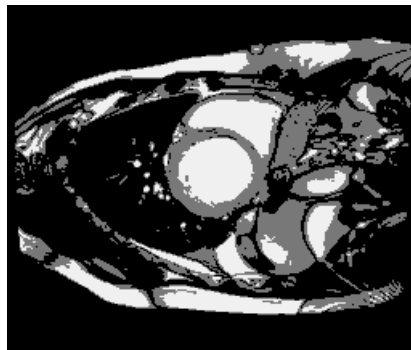
$$\mathbf{r}_k = \frac{\sum_{\mathbf{x}_i \in C_k} w_i \mathbf{x}_i}{\sum_{\mathbf{x}_i \in C_k} w_i}$$

# Υπερ-εικονοστοιχεία και τμηματοποίηση

Εικονοστοιχεία



Υπερ-εικονοστοιχεία



Ομαδοποίηση (υπερ)εικονοστοιχείων

# Υπερ-εικονοστοιχεία και τμηματοποίηση



6 ομάδες  
Υπερ-εικονοστοιχεία



5 ομάδες  
Εικονοστοιχεία

# Υπερ-εικονοστοιχεία και τμηματοποίηση



Ομαδοποίηση 10 κλάσεις  
Πλήθος περιοχών 3668 ( $c=4$ )  
Πλήθος περιοχών 3636 ( $c=8$ )



Ομαδοποίηση 15 κλάσεις  
Πλήθος περιοχών 4335 ( $c=4$ )  
Πλήθος περιοχών 4297 ( $c=8$ )

$c$  : συνδεσιμότητα

# Υπερ-εικονοστοιχεία / εικονοστοιχεία



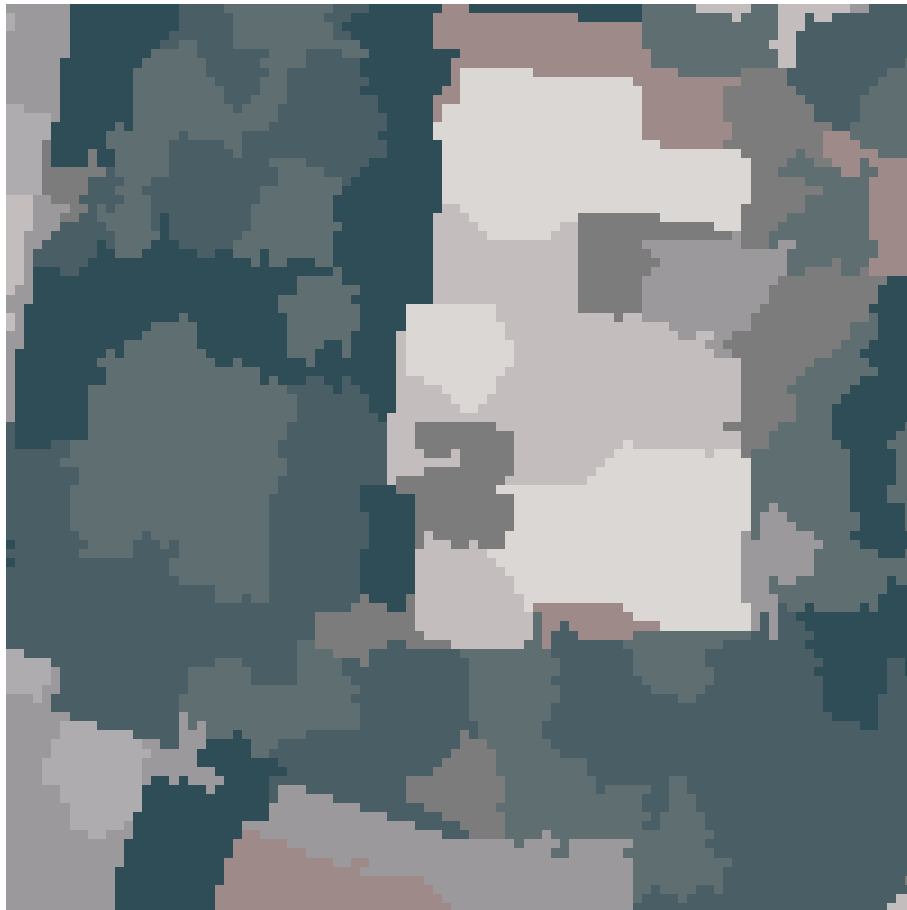
Ομαδοποίηση υπερ-εικονοστοιχείων



Ομαδοποίηση εικονοστοιχείων

Πλήθος κλάσεων : 10

# Υπερ-εικονοστοιχεία / εικονοστοιχεία



Ομαδοποίηση υπερ-εικονοστοιχείων



Ομαδοποίηση εικονοστοιχείων