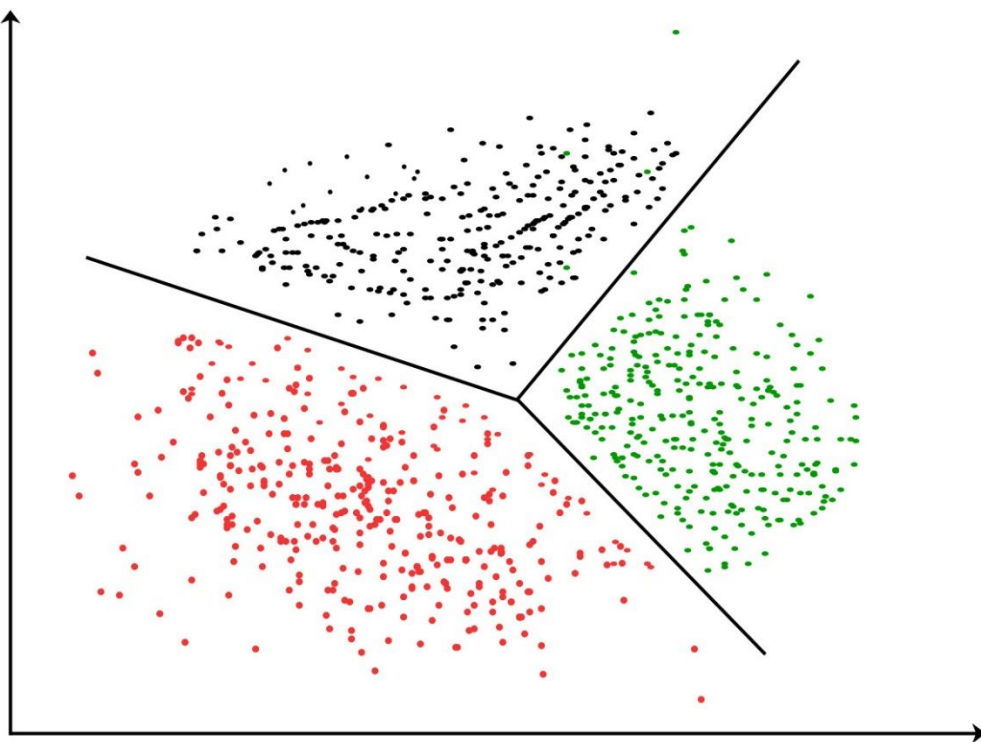


# Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας

2018-2019

Εργασία II



Καμπούρης – Μίχος Διόνυσος

7691

Για το πρώτο κομμάτι της εργασίας υλοποιήσαμε τις εξής τέσσερις συναρτήσεις:

- Image2Graph
- mySpectralClustering
- myNCuts
- calculateNcut

**Image2Graph:** Η συνάρτηση Image2Graph δέχεται ως είσοδο μια εικόνα σε μορφή πίνακα  $M \times N \times C$  όπου  $C$  ο αριθμός των καναλιών και την μετατρέπει σε πίνακα γράφο δηλαδή επιστρέφει έναν πίνακα  $M \times N \times M \times N$  που περιγράφει την «συγγένεια» των πίξελ της εικόνας προφανώς ο πίνακας θα είναι διαγώνιος καθώς η «συγγένεια» των πίξελ 1 και 2 είναι η ίδια με των 2 και 1

**mySpectralClustering:** Στην δεύτερη συνάρτηση με είσοδο πλέον τον πίνακα «συγγένειας» και έναν ακέραιο  $k$  υπολογίζω τον Λαπλασιανό πίνακα  $L=D-W$  όπου  $W$  ο πίνακας που επιστρέφει η Image2Graph και  $D$  ο διαγώνιος των αθροισμάτων κάθε σειράς του  $W$ . Έπειτα λύνουμε το πρόβλημα ιδιοτιμών  $Lx=\lambda x$  υπολογίζουμε τις  $k$  μικρότερες ιδιοτιμές και τα ιδιοδιανύσματα που τους αντιστοιχούν και σχηματίζουμε με αυτά ένα πίνακα  $U$  τέλος ομαδοποιούμε τα σημεία σε  $k$  clusters με τον αλγόριθμο  $k$  means και τελικά έχω ως έξοδο ένα πίνακα  $M \times N \times 1$  με την ετικέτα του κάθε πιξελ.

**myNCuts:** Ομοίως με την προηγούμενη συνάρτηση για την μη αναδρομική εκδοχή της myNCuts με μόνη διαφορά ότι λύνουμε διαφορετικό πρόβλημα ιδιοτιμών  $Lx=\lambda Dx$ . Ενώ για την αναδρομική της εκδοχή ελέγχουμε ότι έχουν τεθεί τα κατώφλια  $T1$  και  $T2$  και στην συνέχεια την καλούμε για κάθε νέο cluster έως ότου σταματήσει να ισχύει η συνθήκη δηλαδή είτε τα στοιχεία που ανήκουν σε ένα cluster να είναι λιγότερα από  $T1$  ή το  $Ncut(A,B)$  μεγαλύτερο από  $T2$ .

**nCutValue:** Η συνάρτηση για τον υπολογισμό του  $Ncut(A,B)$  η οποία προκύπτει από τον παρακάτω τύπο

$$Ncut(A, B) = 2 - Nassoc(A, B)$$

$$Nassoc(A, B) = \frac{assoc(A, A)}{assoc(A, V)} + \frac{assoc(B, B)}{assoc(B, V)}$$

$$assoc(A, V) = \sum_{u \in A, t \in V} W(u, t)$$

Όπου  $assoc(A,V)$  είναι το άθροισμα όλων των βαρών μεταξύ των κόμβων που ανήκουν στην ομάδα A(ή έχουν ετικέτα 1) προς όλους τους κόμβους του γράφου(V). Οι μετρικές  $assoc(A,A)$ ,  $assoc(B,V)$  και  $assoc(B, B)$  ορίζονται αντίστοιχα.

Στην συνέχει της εργασίας μας ζητήθηκε να γράψουμε και να εκτελέσουμε πέντε script τα οποία βασίζονται στις συναρτήσεις που μόλις περιγράψαμε και σε ένα σετ δεδομένων που μας δόθηκε. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων παρουσιάζονται παρακάτω.

**Demo1:** Στο demo1 δίνουμε ως είσοδο έναν ήδη κατασκευασμένο affinity πίνακα 12x12 στον οποίο καλούμαστε να τον ομαδοποιήσουμε με χρήση της συνάρτησης `mySpectralClustering`. Σε κάθε κλήση της, η συνάρτηση επιστρέφει έναν 12x1 πίνακα στον οποίο υπάρχουν οι ετικέτες των 12 πίξελ της εικόνας αναλόγα με το σε ποιο cluster ανήκει. Για  $k=2$  χωρίζει τον γράφο σε 2 cluster, 1 και 2, για  $k=3$  σε 3, 1, 2 και 3, και για  $k=4$  σε 4 clusters, 1, 2, 3 και 4.

**Demo2:** Για το demo2 μετατρέψαμε τις εικόνες d2a και d2b σε γράφους και έπειτα καλέσαμε και για τις δυο την συνάρτηση `mySpectralClustering` για τρία διαφορετικά  $k$  ( $k=2$ ,  $k=3$ ,  $k=4$ ). Τα clusters παρατηρούνται στις εικόνες σε διαφορετικές αποχρώσεις του γκρι.

K=2



K=3



K=4



Στα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι για K=2 και K=3 έχουμε καθαρά αποτελέσματα ενώ για K=4 στην εικόνα 1 στο άσπρο κομμάτι υπάρχουν κάποια πιξελ διαφορετικού χρώματος λόγω του ότι η αρχική εικόνα είχε τρία χρώματα και εμείς προσπαθήσαμε να την χωρίσουμε σε 4 clusters κάτι που δεν ισχύει για την εικόνα 2 η οποία αποτελείται από περισσότερες αποχρώσεις.

**Demo3a:** Ομοίως με το demo2 πραγματοποιούμε την διαδικασία με την χρήση της συνάρτησης nCuts.

$K=2$



$K=3$



$K=4$



Τα αποτελέσματα ακολουθούν την ίδια λογική με το προηγούμενο πείραμα ωστόσο διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους πράγμα που οφείλεται στην επίλυση διαφορετικού συστήματος για την εύρεση ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων.

**Demo3b:** Επαναλαμβάνουμε το προηγούμενο πείραμα μόνο για  $k=2$ . Οι τιμές των  $nCut$  είναι 0.5092 για την πρώτη εικόνα και 0.7853 για την δεύτερη.



Παρατηρούμε ότι οι δύο μέθοδοι χωρίσουν τις εικόνες σε δύο μεν αλλά διαφορετικά clusters.

**Demo3c:** Στο τελευταίο πείραμα τρέξαμε την ολοκληρωμένη αναδρομική διαδικασία nCuts και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με την κλήση της `mySpectralClustering` και της απλής `nCut` για  $K=2$  και  $K=3$  παρατηρούμε ότι στην πρώτη εικόνα έχουμε `overclustering` καθώς μέχρι η αναδρομική διαδικασία να ξεπεράσει το κατώφλι  $T_2$  και να σταματήσει να τρέχει έχει τμηματοποιήσει την εικόνα σε περισσότερα τμήματα από ότι τα χρώματά της. Αντίθετα στην δεύτερη εικόνα η αναδρομική `nCuts` έχει πολύ καλύτερα αποτελέσματα από την χρήση των άλλων 2 συναρτήσεων καθώς χωρίζει την εικόνα σε περισσότερα από 4 cluster, διαμέριση η οποία συνάδει με τις αποχρώσεις της αρχικής εικόνας.

