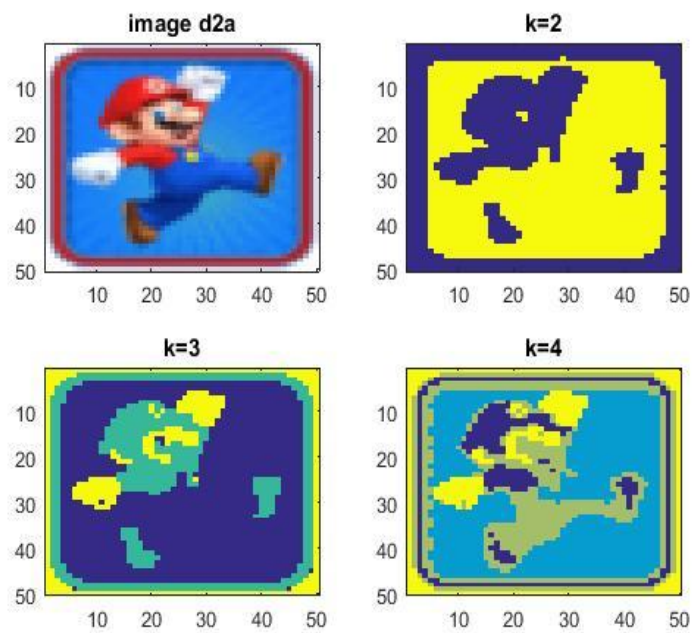


Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργασία 2

Image Segmentation



Παρασκευαΐδης Κωνσταντίνος 7754

konstapf@auth.gr

Ενότητα 1

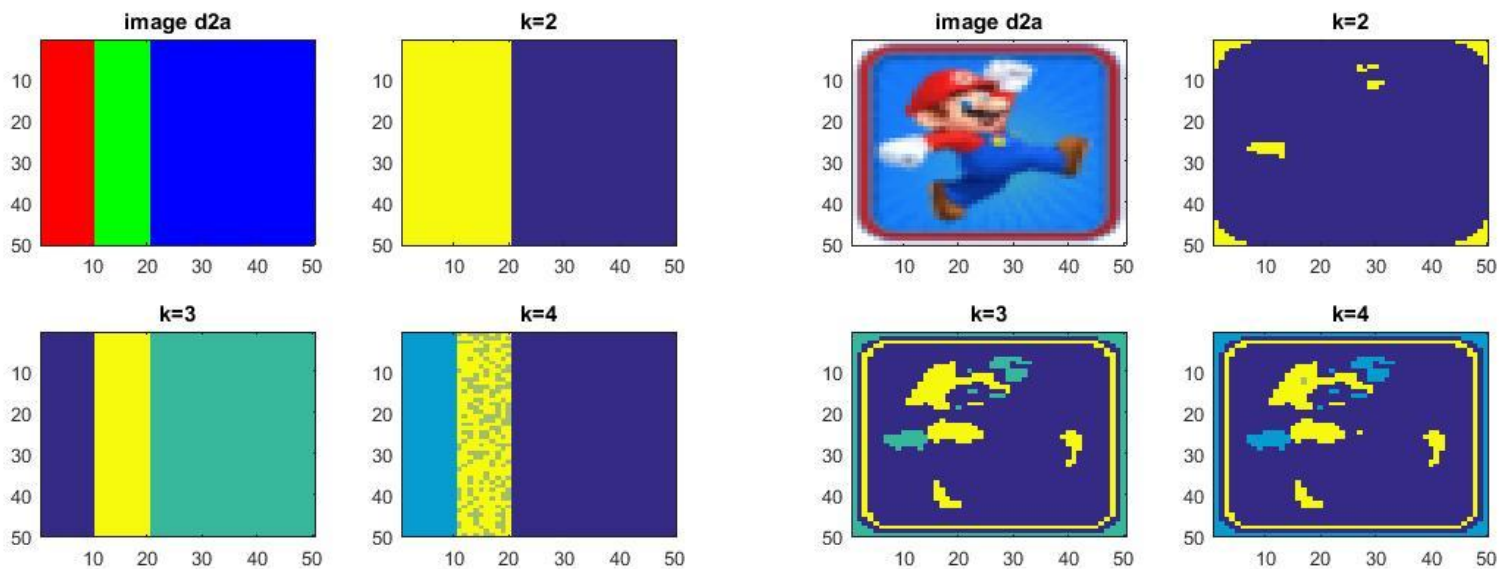
Αρχικά εξετάζουμε τη λειτουργία της ρουτίνας `mySpectralClustering`. Η συνάρτηση αυτή δέχεται σαν είσοδο ένα affinity πίνακα που περιγράφει ένα συμμετρικό μη-κατευθυντικό γράφο και τον αριθμό k των clusters και επιστρέφει τις ετικέτες του cluster κάθε κόμβου του γράφου. Η ρουτίνα `mySpectralClustering` για την αντιστοίχιση των clusters εκτελεί τα βήματα που περιγράφονται στην εκφώνηση. Για την ενότητα αυτή χρησιμοποιήθηκε ο affinity πίνακας `d1a`. Τα αποτελέσματα για διαφορετικό αριθμό cluster φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

	clusters		
pixel	K=2	K=3	K=4
1	1	1	4
2	1	1	4
3	1	1	2
4	1	1	2
5	2	2	3
6	2	2	3
7	2	2	3
8	2	2	3
9	2	3	1
10	2	3	1
11	2	3	1
12	2	3	1

Παρατηρούμε ότι για $k=3$ τα pixels διαχωρίζονται ισόποσα ενώ για άλλες τιμές του k όχι.

Ενότητα 2

Στην ενότητα αυτή εξετάζουμε τη λειτουργία της ρουτίνας `mySpectralClustering` σε συνδυασμό με την ρουτίνα `Image2Graph`. Η ρουτίνα `Image2Graph` δέχεται σαν είσοδο μια εικόνα με n κανάλια και επιστρέφει τον affinity πίνακα που περιγράφει ένα μη-κατευθυντικό γράφο. Στην `Image2Graph` αρχικά η εικόνα μετατρέπεται από πίνακα με διαστάσεις $M \times N \times L$, σε πίνακα με διαστάσεις $M^*N \times L$ με χρήση της συνάρτησης `reshape`. Στην συνέχεια υπολογίζονται τα βάρη με χρήση μιας διπλής επανάληψης. Επειδή ο γράφος είναι μη-κατευθυντικός τα βάρη μεταξύ δυο pixel υπολογίζονται μόνο μια φορά αφού θα είναι τα ίδια ανεξαρτήτου φοράς. Έτσι αρχικά υπολογίζεται ο μίσος (άνω τριγωνικός) affinity πίνακας και στη συνέχεια γίνεται συμμετρικός. Στο `demo2` πραγματοποιείτε η διαδικασία `spectral clustering` και με την χρήση της `Image2Graph` για εικόνες εισόδου `d2a` και `d2b` και για διάφορα k ($=2,3,4$)

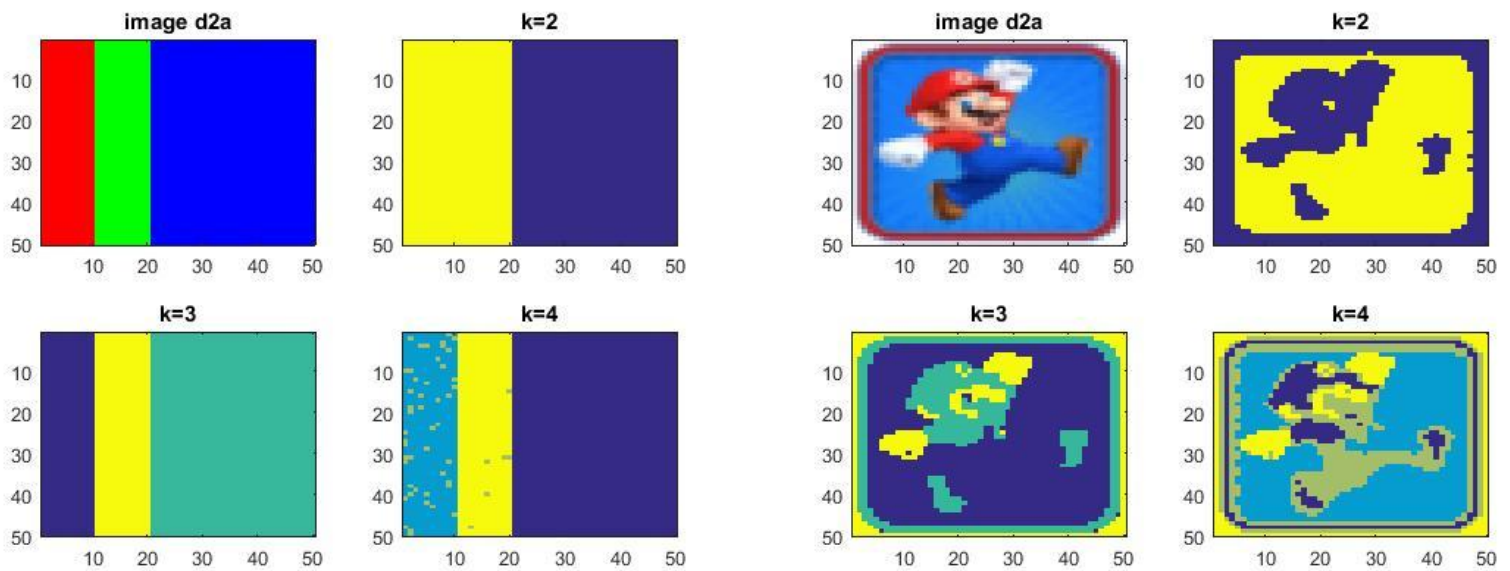


Για την πρώτη εικόνα παρατηρούμε ότι για $k=3$ την χωρίζει σωστά σε 3 κομμάτια όπως και η αρχική. Για $k=4$ η εικόνα χωρίζεται σε περισσότερα κομμάτια από την αρχική και για αυτό παρατηρούμε την ύπαρξη θορύβου. Ενώ για την δεύτερη εικόνα παρατηρούμε ότι όσο αυξάνουμε τα clusters γίνεται όλο και πιο εμφανές το είδωλο της αρχικής εικόνας και τα διαφορετικά τμήματα της. Επόμενος πρέπει να προσέχουμε ποσά clusters δημιουργούμε έτσι ώστε να μην έχουμε over-clustering και δημιουργείτε θόρυβος κατά την τμηματοποίηση.

Ενότητα 3

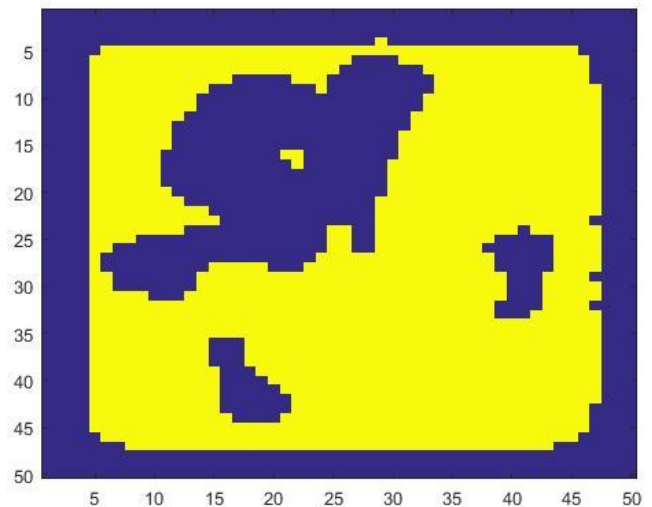
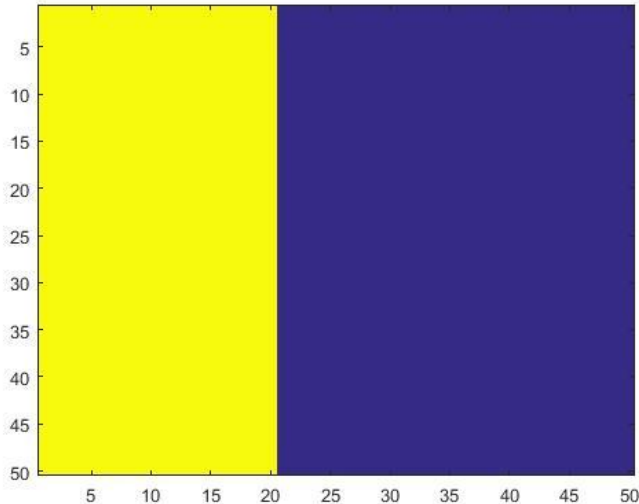
Σε αυτό το σημείο αυτό εξετάζουμε την λειτουργία των ρουτινών `myNCuts` και `calculateNcut`. Η ρουτίνα `myNCuts` δέχεται σαν είσοδο ένα affinity πίνακα και τον αριθμό k των clusters και επιστρέφει τις ετικέτες του cluster κάθε κόμβου του γράφου. Η ρουτίνα εκτελεί τα βήματα που περιγράφονται στην εκφώνηση και διαφέρει από την `mySpectralClustering` μόνο στον τρόπο υπολογισμού των ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων. Η ρουτίνα `calculateNcut` δέχεται σαν είσοδο ένα affinity πίνακα και τις ετικέτες για 2 clusters που δείχνουν σε πιο από τα 2 cluster ανήκει ο κάθε κόμβος του γράφου. Η συνάρτηση αυτή υπολογίζει την μετρική $Ncut$ ακολουθώντας τα βήματα της εκφώνησης.

1. Αρχικά στο `demo3a` πραγματοποιείτε η διαδικασία της μη αναδρομικής μεθόδου `NCuts` για εικόνες εισόδου `d2a` και `d2b` και για διάφορα k ($=2,3,4$).



Για την πρώτη εικόνα παρατηρούμε πάλι ότι για $k=3$ έχουμε καλή τμηματοποίηση ενώ για μεγαλύτερο k έχουμε over-clustering. Για την δεύτερη εικόνα παρατηρούμε ότι για τα διάφορα k έχουμε καλύτερη τμηματοποίηση σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο

2. Στο demo3 b πραγματοποιείτε η διαδικασία της αναδρομικής μεθόδου NCuts για εικόνες εισόδου d2a και d2b για ένα βήμα και έγινε υπολογισμός τις μετρικής για κάθε εικόνα. Ουσιαστικά έχουμε τις ίδιες εικόνες με πριν για $k=2$.

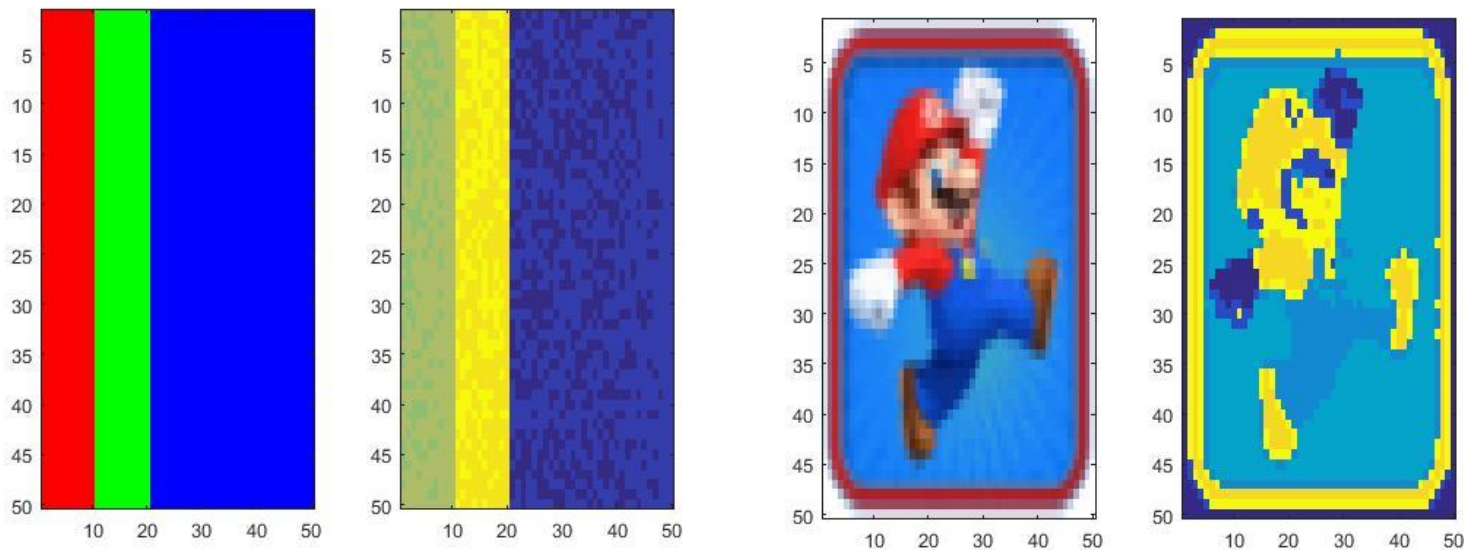


Η τιμή της μετρικής για την εικόνα d2a είναι: 0.5092

Η τιμή της μετρικής για την εικόνα d2b είναι: 0.7853

Τα αποτελέσματα για την πρώτη εικόνα είναι ίδια με την μέθοδο SpectralClustering για $k=2$. Όμως στην δεύτερη εικόνα παρατηρούμε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την SpectralClustering για $k=2$, αφού το είδωλο της εικόνας είναι αρκετά ευδιάκριτο με την μέθοδο αυτή.

3. Στο demo3c πραγματοποιείτε η διαδικασία της αναδρομικής μεθόδου NCuts για εικόνες εισόδου d2a και d2b. Η αναδρομική διαδικασία υλοποιήθηκε στην συνάρτηση recursivecuts η οποία δέχεται σαν είσοδο ένα affinity πίνακα εκτελεί την συνάρτηση myNCuts για $k=2$ βρίσκει την τιμή της μετρικής και στην συνέχεια χωρίζει τα κομμάτια που πρόκυψαν και κάνει αναδρομή. Η διαδικασία τελειώνει όταν ο αριθμός των κόμβων είτε με ετικέτα 1 είτε 2 που προκύπτουν είναι μικρότερος από ένα κατώφλι $T1$ ή αν η τιμή $Ncut(A;B)$ είναι μεγαλύτερη από ένα κατώφλι $T2$. Για το κομμάτι της εργασίας το $T1 = 5$ και $T2 = 0,2$. Για το $T2$ που δόθηκε η εκτέλεση της διαδικασίας τερματίζει μετά το πρώτο βήμα αφού όπως παρουσιάστηκε προηγμένως τα αποτελέσματα της μετρικής και για τις δυο εικόνες είναι αρκετά μεγαλύτερα. Επόμενος για την παρουσίαση της λειτουργιάς της αναδρομικής συνάρτησης επιλέχθηκαν διαφορετικά κατώφλια. Για την πρώτη εικόνα χρησιμοποιήθηκε $T2 = 0.51$ και για την δεύτερη $T2 = 0.79$



Και στις δυο περιπτώσεις για αυτά τα κατώφλια δημιουργούνται 6 clusters. Στην πρώτη εικόνα έχουμε πάλι over-clustering αφού έχουμε πάνω από 3 τμήματα. Ενώ στην δεύτερη παρατηρούμε ότι γίνεται αρκετά καλή τμηματοποίηση και παρατηρείτε πιο λεπτομερής διαχωρισμός. Η τμηματοποίηση με την αναδρομική μέθοδο για την δεύτερη εικόνα φαίνονται καλύτερα από την μη αναδρομική για $k=4$ αλλά για την πρώτη εικόνα δεν ισχύει το ίδιο όπου είχαμε καλύτερα αποτελέσματα στις προηγούμενες δυο μεθόδους για $k=3$. Επομένως η αναδρομική μέθοδος παρουσιάζει αρκετά καλά αποτελέσματα αρκεί να δοθούν τα κατάλληλα κατώφλια ώστε να έχουμε κατάλληλο αριθμό από clusters.