



ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας - 2η εργασία

Γεώργιος Νικολής

Μάιος 2021

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγικά	2
2	demo1	2
3	demo2	3
4	demo3a	6
5	demo3b	9
6	demo3c	10

1 Εισαγωγικά

Στα πλαίσια της εργασίας υλοποιήθηκαν όλα τα ερωτήματα και τα ζητούμενα αρχεία. Επίσης, αναπτύχθηκαν ορισμένες συναρτήσεις που βίσκονται στο τέλος των demo για την οπτικοποίηση των λύσεων. Πρέπει να σημειωθεί ότι για την εκτέλεση των demo3, η συνάρτηση pcuts χρειάζεται ορισμένες τροποποιήσεις ώστε να τρέξουμε το μη αναδρομικό ή το αναδρομικό κομμάτι της. Συγκεκριμένα για να τρέξουμε το μη αναδρομικό (3a) απλά έχουμε σε μορφή σχολίων τον κώδικα κάτω από το σχόλιο Recursive Version. Για να τρέξουμε την αναδρομική υλοποίηση για ένα βήμα (3b) βγάζουμε από τα σχόλια όλο αυτό το κομμάτι αλλά και την συνθήκη $k+2 \leq 2$ στη γραμμή 24. Τέλος, για το πλήρες αναδρομικό σκέλος 3c ξαναβάζουμε σε σχόλιο την παραπάνω συνθήκη στη γραμμή 23. Ακολουθεί η παρουσίαση των ζητούμενων demo και σχολιασμός των αποτελεσμάτων τους.

2 demo1

Σε αυτό το script παρουσιάζεται η λειτουργία της ρουτίνας mySpectralClustering με τα ορίσματα που θέτει η εκφώνηση. Για το συγκεκριμένο κομμάτι της εργασίας δεν ήταν δυνατή η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, καθώς η εικόνα είναι ένας γράφος. Για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Βλέπουμε ότι πράγματι δημιουργούνται επιτυχώς τα clusters τα οποία επιθυμούμε για την εικόνα εισόδου.

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

Αποτελέσματα mySpectralClustering για το demo1.

3 demo2

Σε αυτό το script παρουσιάζεται η λειτουργία της ρουτίνας `mySpectralClustering` σε συνδυασμό με την `Image2Graph`. Με την εκτέλεσή του, τυπώνονται 6 φωτογραφίες που αντιστοιχούν στα 6 πειράματα που ζητάει η εκφώνηση. Πάνω στις φωτογραφίες τυπώνονται με διαφορετικό χρώμα τα cluster που βρέθηκαν. Το χρώμα τους, δεν αντιστοιχεί στο πραγματικό χρώμα της εικόνας, αλλά μας βοηθάει απλώς να δούμε πως διαχωρίζονται τα χρώματα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων στην πρώτη φωτογραφία είναι λιγάκι προβληματική. Ωστόσο δεν μας εμποδίζει από το να βγάλουμε ορισμένα συμπεράσματα, καθώς πρόκειται για κάποιο bug που σχετίζεται με τη θέση πάνω στη φωτογραφία όπου τυπώνονται. Η αντίστοιχη οπτικοποίηση της λύσης για τη δεύτερη φωτογραφία είναι ικανοποιητική, όπως θα δούμε και στη συνέχεια.

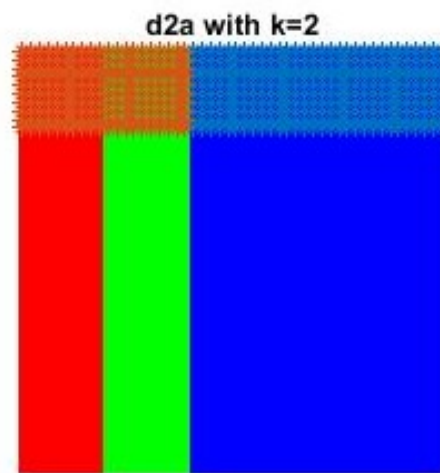


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

Πάμε να δούμε τα αποτελέσματα για την πρώτη εικόνα. Η πάνω λωρίδα αντιπροσωπεύει τη λύση. Για $k=2$ βλέπουμε ότι δεν αναγνωρίζεται η ύπαρξη τρίτου χρώματος, όπως ήταν αναμενόμενο και για το λόγο αυτό βλέπουμε δίχρωμη την λωρίδα. Για $k=3$ τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά. Βλέπουμε ότι η λωρίδα είναι πλήρως αντιπροσωπευτική των 3 χρωμάτων σε ότι έχει να κάνει με τη θέση τους στη φωτογραφία. Για $k=4$ όμως, τα αποτελέσματα φαίνονται περίεργα με μια πρώτη ματιά. Συγκεκριμένα, βλέπουμε ότι τα χρώματα της λωρίδας είναι μπλεγμένα μεταξύ τους, ειδικά στην πρώτη και την δεύτερη στήλη. Αυτό όμως εν μέρη, υποδυκνύει σφάλμα στη λογική μας, καθώς ζητάμε από τον αλγόριθμο να κατατμήσει σε 4 κλάσεις τα χρώματα μιας εικόνας που έχει μόλις 3 στην πραγματικότητα! Ακολουθούν οι αντίστοιχες οπτικοποιημένες λύσεις.

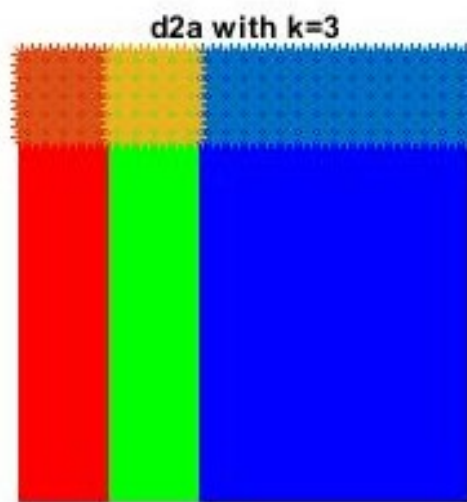


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

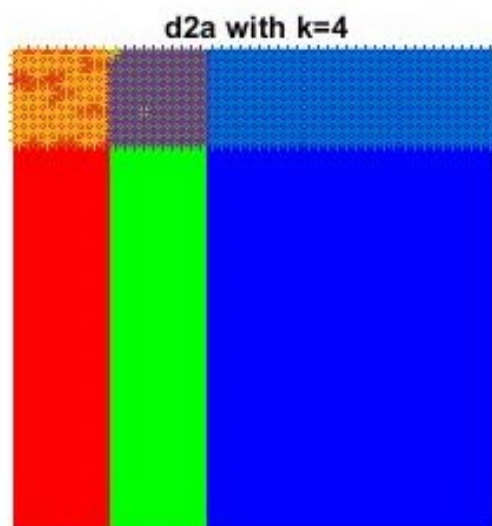


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

Στη συνέχεια βλέπουμε τα αποτελέσματα για την δεύτερη εικόνα. Για $k=2$ διακρίνουμε ότι ο αλγόριθμος έχει μια ικανοποιητική απόδοση, αναγνωρίζονται δηλαδή 2 κλάσεις χρωμάτων που έχουν τυπωθεί έτσι ώστε να ταιριάζουν στην πραγματική εικόνα, για μια καλύτερη οπτικοποίηση. Ωστόσο, βλέπουμε ότι η εικόνα περιέχει και άλλα χρώματα. Πράγματι για $k=3$ παρατηρούμε ότι ο

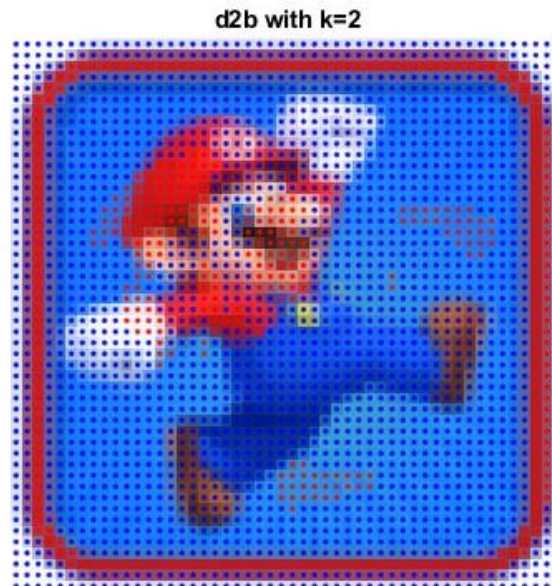


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

αλγόριθμος αναγνωρίζει τα πλαίσια της φωτογραφίας στις γωνίες, ενώ το 3ο χρώμα αποτυπώνεται και πάνω στα γάντια (το πράσινο αντιπροσωπεύει το άσπρο στην πραγματικότητα). Για $k=4$ η φωτογραφία φαίνεται αρκετά ικανοποιητική. Στα πλαίσια και στις γωνίες τα χρώματα εναλλάσσονται σωστά και γενικά βλέπουμε καλή αντίληψη των χρωμάτων πάνω στον Μάριο. Σε λεπτά σημεία τα χρώματα δεν έχουν τρομερή ακρίβεια, αλλά σίγουρα βλέπουμε πρόοδο στην κατάτμηση των χρωμάτων της εικόνας.

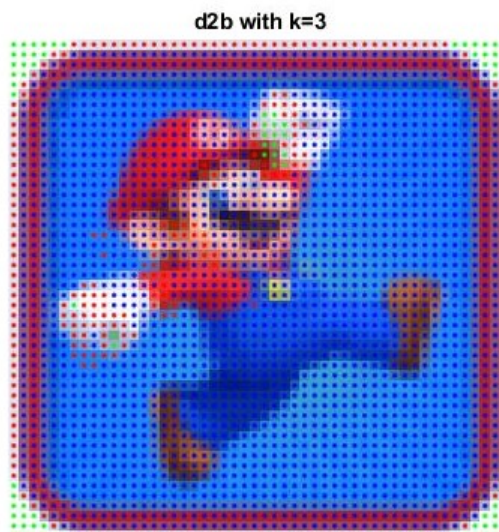


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

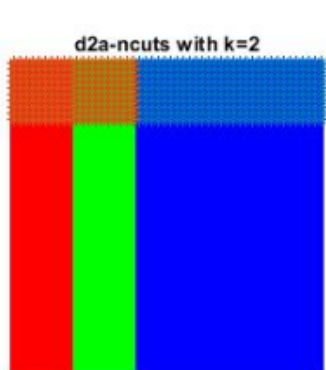


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

4 demo3a

Εδώ παρουσιάζεται η μη αναδρομική υλοποίηση της n -cuts, αυτή δηλαδή όπου το κομμάτι της αναδρομής είναι σε σχόλια. Αν εκτελέσουμε το αντίστοιχο script θα τυπωθούν και οι 6 εικόνες που ζητούνται από την εκφώνηση ώστε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με τη διαδικασία spectral clustering.

Για την πρώτη φωτογραφία οι δύο μέθοδοι φαίνεται να έχουν παρόμοια απόδοση, εάν εξαιρέσουμε την περίπτωση $k=4$, για την οποία όπως περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα, είναι αναμενόμενη μια περίεργη συμπεριφορά. Για τη δεύτερη φωτογραφία βλέπουμε ορισμένες λεπτές διαφορές ανάμεσα στις 2 μεθόδους. Για $k=2$ παρατηρούμε ότι στις 2 μεθόδους υπερτερούν διαφορετικές κλάσεις στο άσπρο χρώμα, χωρίς να βλέπουμε τρομερές διαφορές στην ακρίβεια των 2 μεθόδων. Για $k=3$ θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι διαισθητικά η μέθοδος n -cuts έχει κάπως καλύτερη απόδοση. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι τα πλαίσια έχουν σωστές εναλλαγές αλλά και στα γάντια φαίνεται καλύτερη η αντίληψη του επιπλέον χρώματος. Για $k=4$ βλέπουμε ότι σε κάποια σημεία έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε ότι έχει να κάνει με τις χρωματικές διαφορές, αλλά σε άλλα βλέπουμε λάθη σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο. Μέχρι στιγμής η μέθοδος n -cuts φαίνεται σε γενικές γραμμές να έχει παρόμοια απόδοση με την spectral clustering, χαρακτηρίζεται όμως από περισσότερη αστάθεια. Ακολουθούν οι συγκρητικές εικόνες με τη μέθοδο spectral clustering.



myNcuts & CalculateNcut for Demo 3a

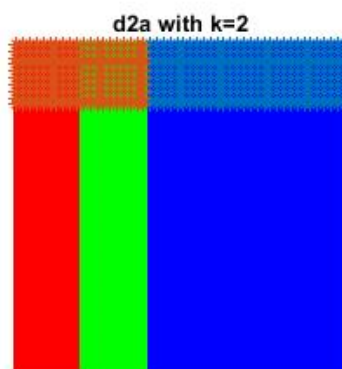
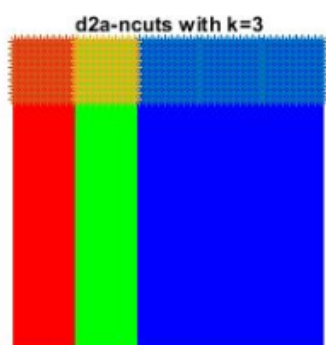


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2



myNcuts & CalculateNcut for Demo 3a

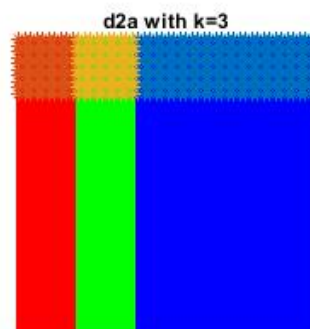
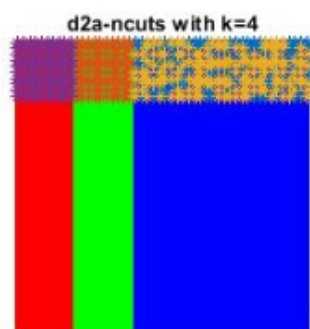


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2



myNcuts & CalculateNcut for Demo 3a

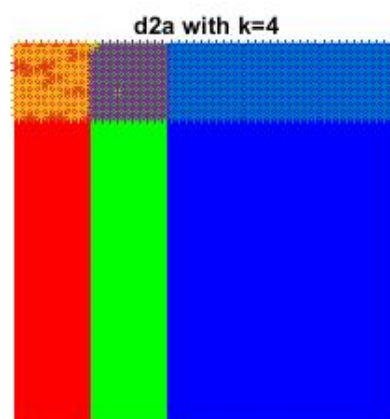


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

d2b-ncuts with k=2



myNcuts & CalculateNcut for Demo 3a

d2b with k=2



Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

d2b-ncuts with k=3



myNcuts & CalculateNcut for Demo 3a

d2b with k=3



Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

d2b-ncuts with k=4



myNcuts & CalculateNcut for Demo 3a

d2b with k=4

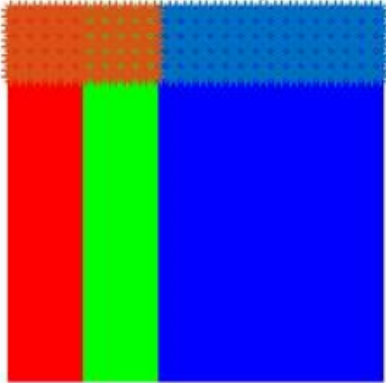


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

5 demo3b

Σε αυτό το ερώτημα θα εξετάσουμε την αναδρομική n-cuts για ένα βήμα στις δύο φωτογραφίες. Για να το κάνουμε αυτό βγάζουμε από μορφή σχολίων το αναδρομικό κομμάτι και μέσα σε αυτό τον περιορισμό για μόλις ένα βήμα, δηλαδή τη συνθήκη $k+2 \leq 2$. Με την εκτέλεση του script τυπώνονται και οι εικόνες. Για την πρώτη εικόνα δεν φαίνονται διαφορές. Στη δεύτερη και πάλι φαίνεται ότι υπερτερεί διαφορετική κλάση σε χρώματα που διαφέρουν από τα δύο βασικά (μπλε και κόκκινο). Συγκεκριμένα στη μέθοδο n-cuts βλέπουμε ότι επλέγεται περισσότερο το κόκκινο καί όχι το μπλε στις αμφίβολες περιοχές. Τέλος, στην κονσόλα τυπώνονται και οι 2 τιμές της nCutValue. Συγκεκριμένα για την πρώτη φωτογραφία έχουμε τιμή 0.5092 και για την εικόνα με το Μάριο τιμή 0.7853.

d2a-ncuts-re-onestep with k=2



One step n-cuts Demo 3b

d2a with k=2

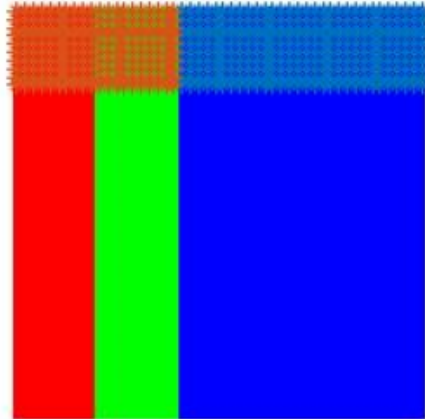
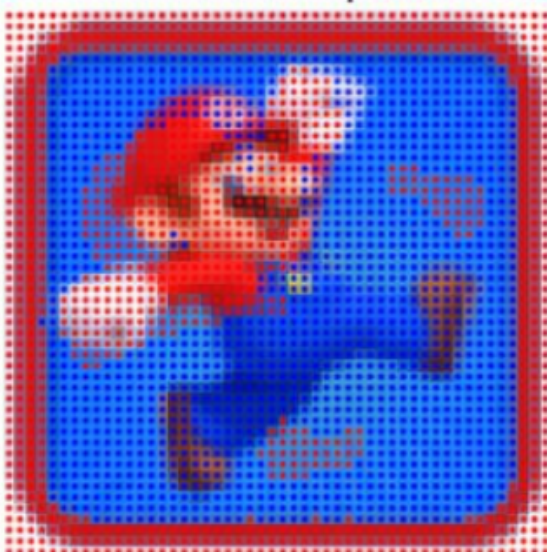


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

d2b-ncuts-re-onestep with k=2



One step-n cuts Demo 3b

d2b with k=2

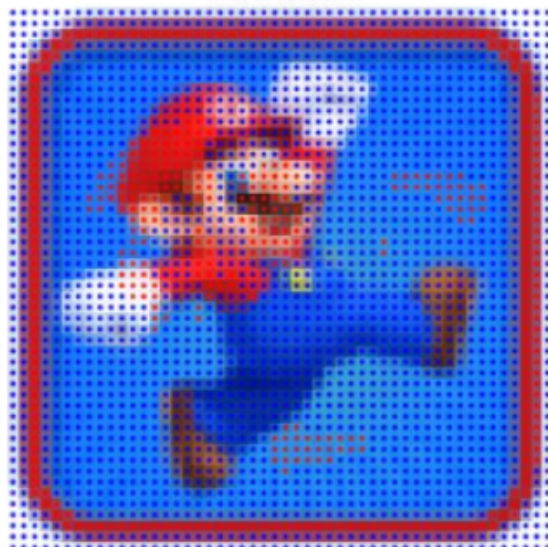
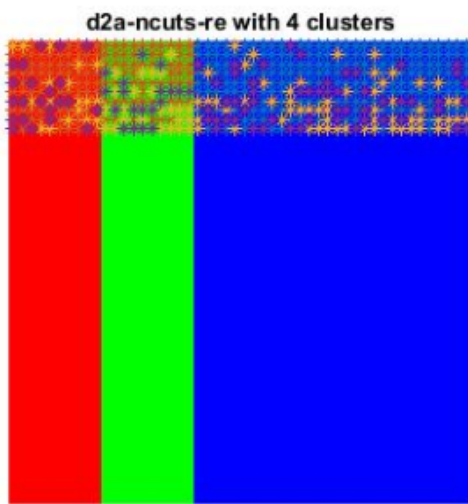


Image2Graph & mySpectralClustering for Demo 2

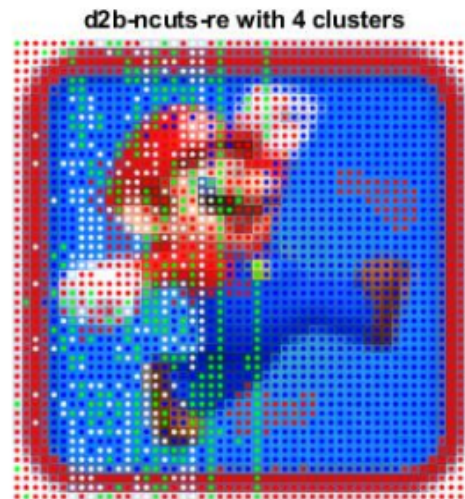
6 demo3c

Στο τελευταίο κομμάτι δεν βάζουμε όριο στο πόσες φορές θα τρέξει ο αναδρομικός n-cuts. Επομένως πριν το τρέξουμε πρέπει να βάλουμε σε μορφή σχολίων την συνθήκη αυτή (myNCuts line 24). Με την εκτέλεση του script τυπώνονται και οι 2 εικόνες. Πρέπει να σημειωθεί ότι έχει τεθεί όριο έως 4 κατατμήσεις χρωμάτων, καθώς σε περισσότερες υπήρχαν προβλήματα κατά τον υπολογισμό των ιδιοδιανυσμάτων από το MATLAB. Τα αποτελέσματα έτσι φτάνουν το $k=4$.

Στην πρώτη εικόνα βλέπουμε χαρακτηριστική αστάθεια στο αποτέλεσμα. Οι 3 λωρίδες είναι εντελώς μπερδεμένες και δεν μπορούμε να βγάλουμε κάποιο συμπέρασμα για την αποδοτικότητα της μεθόδου. Από την δεύτερη όμως οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο αλγόριθμος δεν λειτουργεί σωστά καθώς τα καινούρια χρώματα δεν να αποτυπώνονται με ορθό τρόπο. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται είτε στον τρόπο με τον οποίο χωρίζουμε το γράφο μας κατά την αναδρομική διαδικασία ή στον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύουμε το αποτέλεσμα πριν το επιστρέψουμε και το τυπώσουμε. Σίγουρα, υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της αναδρομικής υλοποίησης.



Recursive n-cuts Demo 3c



Recursive n-cuts Demo 3c