ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

ΓΚΟΛΕΜΙ ΚΡΙΣΤΙΑΝ, Π18029

Αναπαράσταση εικόνας στον χρωματικό χώρο Lab

Για την επίλυση του συγκεκριμένου ερωτήματος χρησιμοποιείται η συνάρτηση convert_colorspace() της κλάσης Function η οποία ορίζεται στο αρχείο functions.py. Η συγκεκριμένη συνάρτηση, όπως και οι υπόλοιπες που θα αναλύσουμε, εκτελούνται διαδοχικά στο τέλος του αρχείου.

Ο χρωματικός χώρος LAB εκφράζει τα χρώματα ως τρεις τιμές:

- L για τη φωτεινότητα (μαύρο = 0, άσπρο = 100)
- A για πράσινο έως κόκκινο (πράσινο-αρνητικό, κόκκινο-θετικό)
- B για μπλε έως κίτρινο (μπλε-αρνητικό, κίτρινο-θετικό)

Με A = B = 0 αναπαρίσταται το πραγματικό ουδέτερο γκρι (true neutral gray).

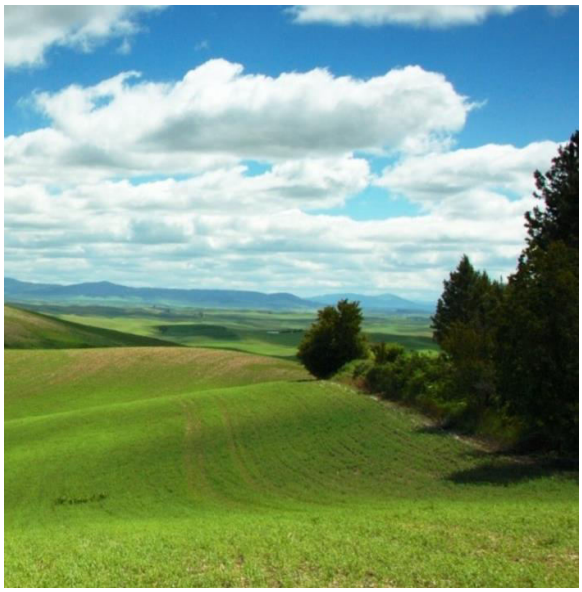
Παρακάτω, φαίνεται το αποτέλεσμα της εκτέλεσης της συνάρτησης convert_colorspace(), το οποίο αποθηκεύεται στο path temp/lab_colorspace.

RGB image

LAB colorspace

Διακριτοποίηση του χρωματικού χώρου Lab με βάση ένα σύνολο συναφών εικόνων εκπαίδευσης

Για τη διακριτοποίηση του χρωματικού χώρου Lab της εικόνας source.jpg χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση quantization(). Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιώντας K-Means clustering και μια συγκεκριμένη αλγοριθμική διαδικασία καταφέρνει να διακριτοποιήσει την εικόνα και έπειτα την αποθηκεύει στο path temp/quantized. Το αποτέλεσμα της εκτέλεσης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Source image in RGB color format

Source image in LAB colorspace

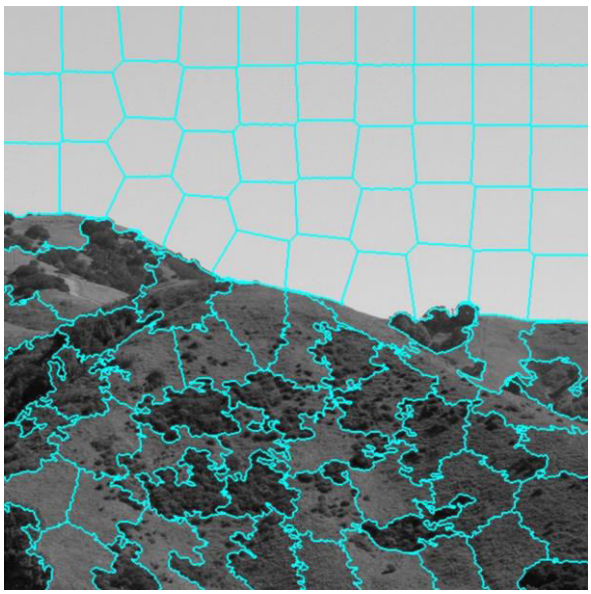
Source image in RGB color format

LAB colorspace quantized

Κατάτμηση Εικόνας σε Superpixels σύμφωνα με τον αλγόριθμο SLIC

Στο συγκεκριμένο ερώτημα, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση slic(), γίνεται κατάτμηση των source και target εικόνων σε superpixels χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο SLIC. Ο ‘’τεμαχισμός΄΄ αυτός της κάθε εικόνας σε superpixels κάνει ευκολότερο τον χρωματισμό μιας grayscale εικόνας καθώς είναι πλέον χωρισμένη σε περιοχές ενδιαφέροντος, με κάθε μια από αυτές να αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη χρωματική απόχρωση.
Τα αποτελέσματα της εκτέλεσης της συγκεκριμένης συνάρτησης αποθηκεύονται στο φάκελο temp/superpixels, ενώ παράλληλα δημιουργούνται οι φάκελοι temp/superpixels/source, temp/superpixels/target που περιέχουν αντίστοιχα την απεικόνιση του κάθε superpixel που προέκυψε μετά την υλοποίηση του αλγορίθμου SLIC.
Παρακάτω φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα της κατάτμησης των εικόνων σε superpixels, καθώς και παραδείγματα από μεμονωμένα superpixels των δύο εικόνων.

source_image superpixels



target_image superpixels

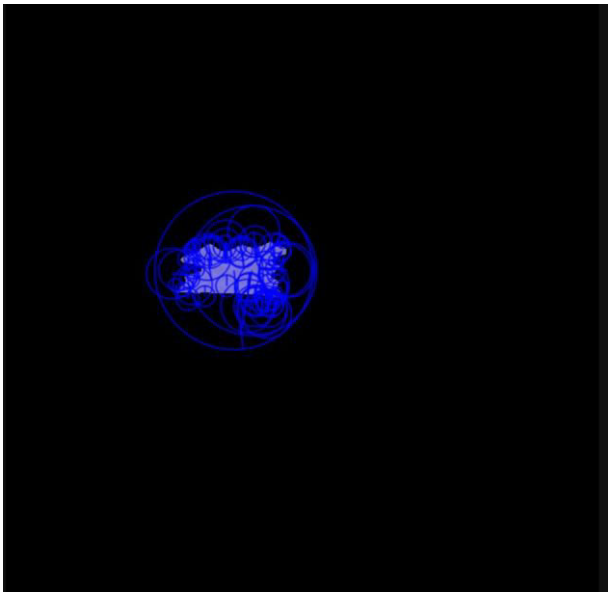
Random source_image superpixel (in LAB)

Random target_image superpixel (in grayscale)

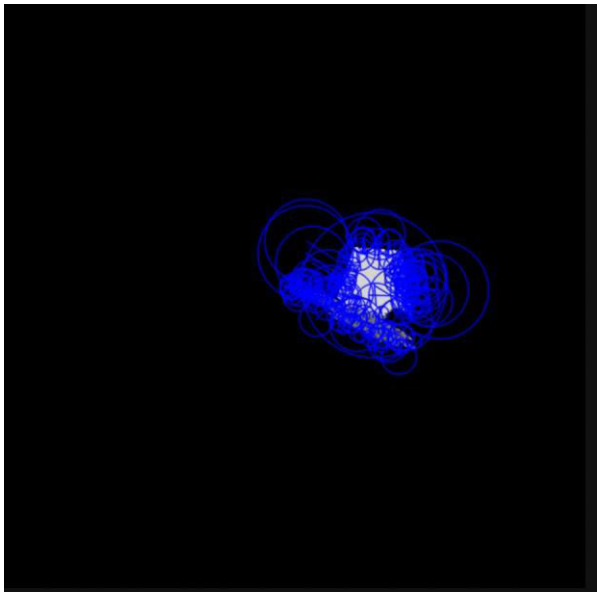
Εξαγωγή χαρακτηριστικών υφής (SURF Features & Gabor Features) ανά super pixel.

Για την εξαγωγή των χαρακτηριστικών που ζητούνται από το συγκεκριμένο ερώτημα της εργασίας, έχουν δημιουργηθεί οι συναρτήσεις surf(), apply_kernels() και gabor(), με την πρώτη να χρησιμοποιείται για να εξαχθούν τα surf features, ενώ οι δύο τελευταίες λειτουργούν συνδυαστικά για την εξαγωγή των gabor features από το κάθε superpixel.

Για τα surf features χρησιμοποιείται η συνάρτηση xfeatures2d.SURF_create() της βιβλιοθήκης cv2. Το κάθε superpixel που τεμαχίστηκε στην προηγούμενη συνάρτηση slic() που αναλύσαμε, ‘’περνάει’’ από τη συνάρτηση surf() και δημιουργεί κβαντισμένα superpixels τα οποία μαζί με τα keypoints που προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά SURF αποθηκέυονται στο φάκελο temp/features/surf/source και temp/features/surf/target για τις εικόνες source και target αντίστοιχα.
Παρακάτω φαίνονται δύο παραδείγματα superpixels που έχουν προκύψει από την εκτέλεση της surf().

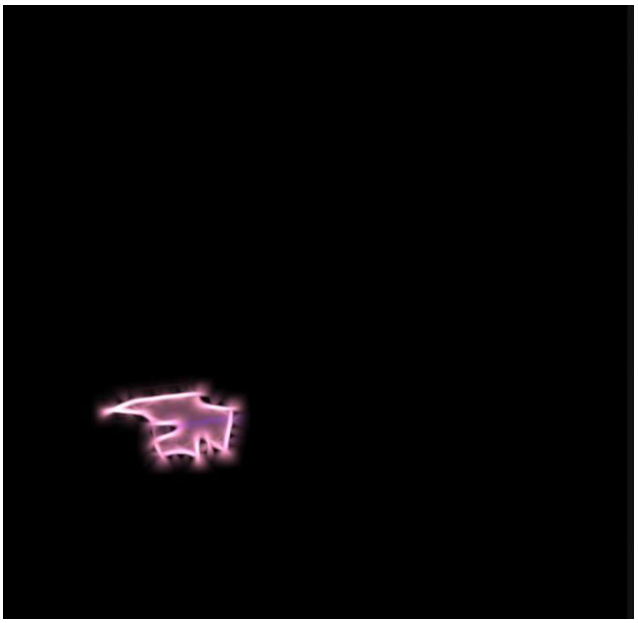


Surf of random source_image superpixel

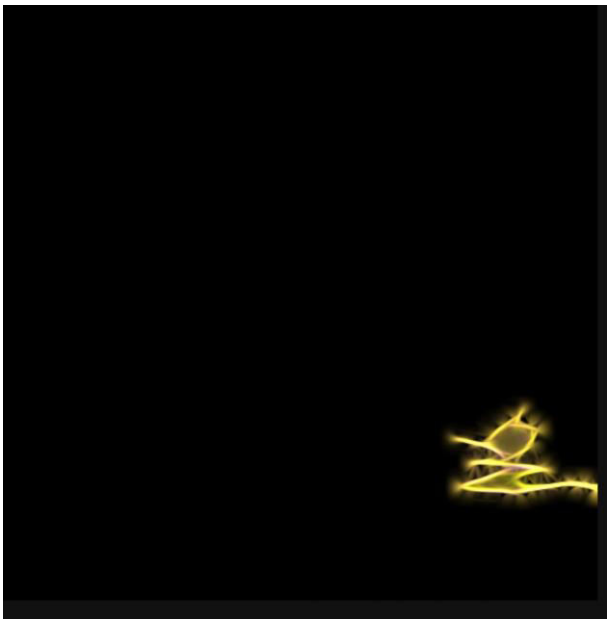


Surf of random target_image superpixel

Για την εξαγωγή των gabor features, όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις apply_kernels() και gabor(), λειτουργώντας συνδυαστικά. Η πρώτη έχει δημιουργηθεί για να παράγει παραδειγματικά gabor kernels τα οποία θα εφαρμοστούν για την εξαγωγή των gabor χαρακτηριστικών υφής. Συγκεκριμένα, δημιουργούνται 16 kernels των οποίων η παράμετρος theta αλλάζει κάθε φορά για διαφορετικές κατευθύνσεις.
Μέσω της gabor(), υπολογίζουμε για κάθε superpixel ξεχωριστά τα χαρακτηριστικά υφής δημιουργώντας κάθε φορά 16 εικόνες που προκύπτουν από την εφαρμογή ενός δισδιάστατου φίλτρου στο superpixel σε συνδυασμό με το gabor kernel.
Παρακάτω, παρατίθονται δύο παραδείγματα για κάθε μια από τις εικόνες source, target που αναπαριστούν τυχαία επιλεγμένα superpixels με τα χαρακτηριστικά gabor τους.

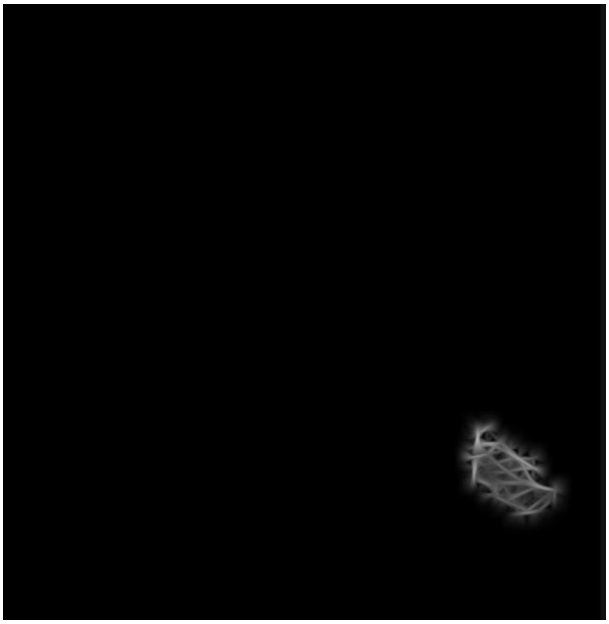


source_image superpixel's gabor (1)



source_image superpixel's gabor (2)

target_image superpixel's gabor (1)



target_image superpixel's gabor (2)

Εκμάθηση τοπικών μοντέλων πρόγνωσης χρώματος με χρήση ταξινομητών SVM. Εκτίμηση χρωματικού περιεχομένου ασπρόμαυρης εικόνας με χρήση αλγορίθμων κοπής γραφημάτων

Για τη δημιουργία και έπειτα εκπαίδευση του μοντέλου SVM, είναι απαραίτητη η συλλογή δεδομένων τα οποία θα συνθέσουν ένα σύνολο εκπαίδευσης για το μοντέλο μας. Έχοντας κάνει τις προηγούμενες διαδικασίες, όπως ζητούνται από την εκφώνηση της εργασίας, διαθέτουμε χρήσιμες πληροφορίες τις οποίες μπορούμε να αξιοποιήσουμε για τον λόγο αυτόν. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα εκπαίδευσης απαρτίζονται από τα χαρακτηριστικά υφής SURF, GABOR για το κάθε superpixel που έχουμε υπολογίσει, σε συνδυασμό με τον μέσο όρο των χρωμάτων του κβαντισμένου superpixel. Σημειώνεται πώς τα δεδομένα εκπαίδευσης για τις δύο εικόνες είναι πανομοιότυπα, με τη διαφορά πώς στην target εικόνα δεν υπάρχουν τα χρώματα LAB καθώς είναι σε grayscale format. Τα στοιχεία του συνόλου εκπαίδευσης που αναφέραμε, συνθέτουν τελικά ένα διάνυσμα για το κάθε superpixel το οποίο αντιπροσωπεύει τα χαρακτηριστικά του. Η διαδικασία δημιουργίας του συνόλου εκπαίδευσης που αναλύσαμε, ορίζεται μέσω της συνάρτησης create_datasets().

Διαθέτοντας πλέον το σύνολο εκπαίδευσης μπορούμε να προχωρήσουμε στο τελικό ζητούμενο της εργασίας – το χρωματισμό μιας ασπρόμαυρης εικόνας. Ξεκινώντας τη διαδικασία, ορίζουμε ένα μοντέλο SVM το οποίο εκπαιδεύουμε ‘’τρέφοντάς΄΄το με τα δεδομένα του συνόλου εκπαίδευσης (SURF, GABOR features της εικόνας source) σε συνδυασμό με τα LAB χρώματα του κάθε superpixel centroid το οποίο αποτελεί το επιθυμητό αποτέλεσμα στη διαδικασία πρόβλεψης. Έχοντας εκπαιδεύσει και το SVM μοντέλο, το τροφοδοτούμε με το training dataset της target εικόνας, οδηγώντας στην πρόβλεψη του χρώματος του κάθε superpixel της. Από τα προβλεπόμενα αυτά χρώματα τελικά, συνθέτουμε την χρωματισμένη εικόνα. Παρακάτω φαίνεται ένα τυχαίο παράδειγμα χρωματισμού της εικόνας στόχου (η ακρίβεια πρόβλεψης έχει διακυμάνσεις αλλά βρίσκεται κάθε φορά σε ικανοποιητικό βαθμό).

target_image grayscale

target_image automatically colorized