

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

1^η Εργαστηριακή Εργασία – Ακαδημαϊκό έτος 2024-2025

Σας δίνεται η εικόνα *CFA_stream.png*, που αποτελεί μία raw εικόνα (με άγνωστο Bayer pattern) που προέκυψε από την καταγραφή της ροής ενός άγνωστου τετηγμένου υλικού κατά την έξοδό του από κλίβανο υψηλής θερμοκρασίας. Η ακτινοβολία που προσλαμβάνεται από την κάμερα σε αυτές τις συνθήκες μπορεί να περιγραφεί με μία καλή προσέγγιση από το μοντέλο ακτινοβολίας μέλανος σώματος. Κατά το μοντέλο αυτό, το φάσμα της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ένα σώμα θερμοκρασίας T (°K) περιγράφεται από το νόμο του Planck, όπου η πυκνότητα φάσματος είναι:

$$B_T(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1 \right)}$$

όπου $h = 6.62606957 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ η σταθερά του Planck, $c = 299792458 \text{ m/s}$ η ταχύτητα του φωτός και $k_B = 1.3806488 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ η σταθερά Boltzman.

Με βάση τα παραπάνω, καλείστε να γράψετε ένα πρόγραμμα σε γλώσσα python που να υλοποιεί τα ακόλουθα:

1. Χρησιμοποιώντας το αρχείο *cieXYZ_curves.csv* που περιέχει τις χρωματικές καμπύλες (Color Matching Functions – CMF) για τα μήκη κύματος του ορατού φάσματος (ανά 1 nm), να υπολογίσετε τις χρωματικές συνιστώσες X,Y,Z για την ακτινοβολία μέλανος σώματος από $T=1000 \text{ °K}$ μέχρι $T=30000 \text{ °K}$, ακολουθώντας τις σχέσεις της διαφάνειας 12 της 2^{ης} διάλεξης.
2. Για κάθε θερμοκρασία, υπολογίστε τις συνιστώσες x και y (διαφ. 20, 2^η διάλεξη) και απεικονίστε την τροχιά των χρωμάτων επάνω στο επίπεδο xy για τις διάφορες θερμοκρασίες. Για την απεικόνιση χρησιμοποιήστε την εικόνα *chromaDiagram.png* που αποτελεί έναν χρωματικό χάρτη του επιπέδου xy, όπου κάθε χρώμα με συνιστώσες x και y απεικονίζεται στη στήλη $c=\text{round}(1000 \cdot x)$ και τη γραμμή $r=\text{round}(1000 \cdot y)$.
3. Μετατρέψτε την εικόνα *CFA_stream.png* σε RGB εκτελώντας demosaicing, διαλέγοντας το κατάλληλο Bayer pattern (Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε OpenCV είτε τη βιβλιοθήκη Colour όπως στην εργαστηριακή άσκηση 2, με όποια τεχνική demosaicing επιθυμείτε). Απεικονίστε την έγχρωμη εικόνα.

4. Μετατρέψτε την εικόνα από RGB σε XYZ. Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση `sRGB_to_XYZ()` της βιβλιοθήκης Colour¹.
5. Δημιουργείστε μία μάσκα των pixel στα οποία εντοπίζεται η ροή του υλικού με όποιο κριτήριο επιθυμείτε (εξηγήστε σε σχόλιο). Απεικονίστε τη μάσκα και βεβαιωθείτε ότι καταδεικνύει την περιοχή του υλικού και το διαχωρίζει από το υπόβαθρο.
6. Για όλα τα pixels του υλικού, υπολογίστε τις συνιστώσες x και y και εκτιμήστε τη θερμοκρασία στο σημείο αυτό, ως τη θερμοκρασία μέλανος σώματος με την κοντινότερη απεικόνιση στο επίπεδο xy .
7. Δημιουργείστε το ιστόγραμμα των θερμοκρασιών σε ($^{\circ}\text{C}$) και υπολογίστε τη μέση θερμοκρασία του υλικού. Προβάλετε τα αποτελέσματα. Δημιουργείστε και απεικονίστε έναν χάρτη θερμοκρασίας (heat map) του υλικού.

Η υλοποίησή σας θα πρέπει να υποβληθεί στην ενότητα “Εργασίες» του eclass σε γλώσσα Python και μορφή Jupyter **notebook** (.ipynb), όπου θα είναι αποθηκευμένα και τα αντίστοιχα αποτελέσματα, όπου αυτά ζητούνται. Να συμπεριλάβετε σχόλια στον κώδικα όπου χρειάζεται, αιτιολογώντας το σκεπτικό σας.

¹ Αν μεταβείτε από OpenCV σε Colour, προσέξτε το εύρος τιμών και τη σειρά των καναλιών της εικόνας σας.