



Άσκηση 3

Ταξινόμηση / Κατάτμηση Υπερφασματικών Απεικονίσεων

Αντικείμενο - Στόχοι

- ✓ Σχεδιασμός για ένα πραγματικό πρόβλημα
- ✓ Μελέτη σχετικής βιβλιογραφίας και έρευνα
- ✓ Υλοποίηση και εκτίμηση πραγματικής απόδοσης μοντέλου

Ταξινόμηση Υπερφασματικών Απεικονίσεων

Σε αυτή την άσκηση καλείστε να σχεδιάσετε και να εκπαιδεύσετε έναν ταξινομητή ώστε να μπορεί να “προβλέπει” σε νέα “άγνωστα” δεδομένα. Το πρόβλημα προς επίλυση είναι αυτό της ταξινόμησης / κατάτμησης υπερφασματικών απεικονίσεων. Καλείστε να εργαστείτε στο [dataset HyRANK](#) το οποίο αποτελείται από 2 εικόνες για εκπαίδευση και 3 για έλεγχο.

Πιο συγκεκριμένα θα αξιοποιήσετε με όποιο τρόπο εσείς θεωρείτε κατάλληλο τις 2 εικόνες του “Training Set” (Loukia & Dioni) για να εκπαιδεύσετε και να ρυθμίσετε τις υπερπαραμέτρους των ταξινομητών σας. Ως **τελικό αποτέλεσμα**, πέραν της **τεχνικής έκθεσης** και του **πηγαίου κώδικα** θα χρειαστεί να παραδώσετε **3 αρχεία με τις προβλέψεις** σας για κάθε εικονοστοιχείο των εικόνων ελέγχου (Erato, Nefeli, Kirki) σε μορφή όμοια με αυτή που παρέχονται τα δεδομένα αληθείας στις 2 εικόνες του σετ εκπαίδευσης. Αναλυτικά τα βήματα που θα ακολουθήσετε θα είναι:

Προετοιμασία δεδομένων

- Κατεβάστε τα δεδομένα από το σετ δεδομένων [HyRANK](#). Προσοχή! Μελετήστε προσεκτικά τις διαθέσιμες κατηγορίες και τον κωδικό που αυτές λαμβάνουν στα αρχεία δεδομένων αληθείας.
- Οπτικοποιήστε τα δεδομένα (σε κάποιο έγχρωμο σύνθετο της επιλογής σας)
- Αποφασίστε για τη μορφή των δεδομένων που θα τροφοδοτήσετε στον ταξινομητή σας ανάλογα με την προσέγγιση που θα ακολουθήσετε στο πρόβλημα
 - Pixel-based (Pixel Classification) [Ταξινομητές M.M./B.M.]
 - Κάθε εικονοστοιχείο αποτελεί ένα μεμονωμένο “σημείο δεδομένων”
 - Patch/Chip-based (Patch Classification) [Ταξινομητές B.M.]
 - Μία περιοχή γύρω από κάθε σημείο (7x7, 15x15, ...) αποκόπτεται και σε συνδυασμό με τα δεδομένα αληθείας για το **κεντρικό** εικονοστοιχείο ορίζουν ένα πρόβλημα ταξινόμησης εικόνων
 - Whole/Part-image (Semantic Segmentation) [Ταξινομητές B.M.]
 - Όλη η εικόνα είναι ένα “σημείο δεδομένων”. Προσοχή! Τα δεδομένα αληθείας δεν είναι διαθέσιμα για κάθε εικονοστοιχείο.
- Χωρίστε το “Training Set” σε σετ εκπαίδευσης (train), σετ επαλήθευσης (validation) και σετ ελέγχου (test)
- Αναπτύξτε κατάλληλη μέθοδο τροφοδότησης δεδομένων
- Επιλέξτε και εφαρμόστε μία μέθοδο κανονικοποίησης των δεδομένων
- Επιλέξτε και εφαρμόστε μεθόδους επαύξησης δεδομένων (data augmentation)

Εκπαίδευση ταξινομητή M.M.

- Εκπαιδεύστε ταξινομητή τύπου **SVM** ή **Random Forests** σε δεδομένα τύπου **pixel-based**
- Χρησιμοποιήστε αυτόν τον ταξινομητή M.M. για “έλεγχο” της επίδοσης του ταξινομητή που θα αναπτύξετε στη συνέχεια

Σχεδιασμός αρχιτεκτονικής

- Μελετήστε τη σχετική βιβλιογραφία
- Ξεκινήστε τη μελέτη σας κατά προτίμηση από κάποιο review-paper όπως [εδώ](#)
- Εμπνευστείτε από ιδέες στη βιβλιογραφία και σχεδιάστε μία δική σας αρχιτεκτονική ΤΝΔ για το πρόβλημα της άσκησης

Εκπαίδευση ταξινομητών B.M.

- > Εκπαιδεύστε τον ταξινομητή σας και ρυθμίστε τις υπερπαραμέτρους του
- > Εκτιμήστε την επίδοση του ταξινομητή σε νέα (unseen) δεδομένα

Μοντέλα προς παράδοση (τουλάχιστον 4 μοντέλα)

- > Λύνοντας το πρόβλημα ως κλασική ταξινόμηση (pixel-based προσέγγιση) καλείστε:
 - α) Να εκπαιδεύσετε έναν ταξινομητή τύπου SVM ή Random Forests
 - β) Να σχεδιάσετε και να εκπαιδεύσετε έναν ταξινομητή MLP. Να χρησιμοποιήσετε τουλάχιστον 2 μεθόδους regularization.
- > Λύνοντας το πρόβλημα ως ταξινόμηση (μικρο-)εικόνων (patch/chip-based προσέγγιση) καλείστε:
 - Να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε ένα CNN για ταξινόμηση εικόνων. Αξιοποιήστε τεχνικές transfer-learning όπου θα χρησιμοποιήσετε ως βάση ένα προεκπαιδευμένο δίκτυο της επιλογής σας.
- > Λύνοντας το πρόβλημα ως σημασιολογική κατάτμηση (semantic segmentation προσέγγιση) καλείστε:
 - Να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε ένα CNN για σημασιολογική κατάτμηση εικόνων τύπου UNet.

Ζητούμενα

εκπονήστε τεχνική έκθεση περιγράφοντας τις διαδικασίες που ακολουθήσατε, απαντώντας και στα παρακάτω ερωτήματα

1. (70%) Γράψτε μία τεχνική έκθεση που θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα :

- Αναλυτική περιγραφή των αρχιτεκτονικών που σχεδιάσατε
- Περιγράψτε τη διαδικασία εκπαίδευσης
 - Τροφοδότηση δεδομένων
 - Αναλυτική περιγραφή πειραμάτων και αιτιολόγηση του σκεπτικού σας πριν την διενέργεια του κάθε πειράματος (να συνοδεύονται από τα ανάλογα διαγράμματα)
 - Συγκρίνετε* την επίδοση των ταξινομητών B.M. σε σχέση με αυτή του ταξινομητή M.M. που επιλέξατε
 - Εκτιμήστε την επίδοση των ταξινομητών σας σε νέα δεδομένα και αιτιολογήστε επαρκώς

2. (30%) Χρησιμοποιήστε τον εκπαιδευμένο ταξινομητή σας με την καλύτερη επίδοση (κατά τη γνώμη σας) για να κάνετε πρόβλεψη στις 3 εικόνες του σετ ελέγχου. Παραδώστε τα αποτελέσματα και για τις 3 εικόνες σε **μορφή ίδια** με αυτή των δεδομένων αληθείας στις 2 εικόνες του "Training Set".

Σημειώσεις

- Μαζί με την τεχνική έκθεση (pdf) και τις εικόνες προβλέψεων με τα αποτελέσματα να παραδώσετε και τον πηγαίο κώδικα που αναπτύξατε.
- Συστήνεται η χρήση της *Pytorch* και της *Pytorch Lightning*. Επιτρέπεται επίσης Keras/Tensorflow, JAX ή CNTK. Αν επιθυμείτε να εκπονήσετε την εργασία σε κάποια άλλη βιβλιοθήκη επικοινωνήστε πρώτα με τους διδάσκοντες του μαθήματος.

