



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

Υπεύθυνος καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Μητιανούδης
Υπεύθυνοι εργαστηρίου: Δρ. Γεώργιος – Αλέξης Ιωαννάκης, Βασιλάκης Ιωάννης

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ατομική εξαμηνιαία εργασία



Διευκρινήσεις:

Κάθε φοιτητής υποχρεούται να παραδώσει ένα συμπιεσμένο αρχείο (.zip) το οποίο θα περιέχει ένα report (.pdf), τον κώδικα για την υλοποίηση κάθε υποερωτήματος και μια παρουσίαση της εργασίας αυτής.

Το όνομα του συμπιεσμένου αρχείου θα πρέπει να είναι της μορφής: AEM.zip

Για παράδειγμα, ο φοιτητής Αλέξανδρος Πόντζος με αριθμό μητρώου 57123 θα παραδώσει το αρχείο του με το όνομα 57123.zip

Στο report, καλείται ο κάθε ένας/μία να παραγάγει όλα τα γραφήματα και τις μετρικές που θα ζητηθούν για κάθε πείραμα. Ταυτόχρονα, χρήσιμο θα ήταν να υπάρχουν και συγκεντρωτικά γραφήματα για κάθε πείραμα με όλες τις παραλλαγές του.

Κάποια από τα dataset είναι μη σταθμισμένα (unbalanced). Οι φοιτητές καλούνται να διακρίνουν την παραπάνω περίπτωση, να την αιτιολογήσουν και να προτείνουν τρόπους αντιμετώπισης του παραπάνω προβλήματος. Τεχνικές που προτείνονται είναι είτε η παραγωγή νέων παραλλαγών των δεδομένων και το resampling των δεδομένων για κάθε κλάση.

Στο παρακάτω link θα βρείτε και τα dataset:

Καταληκτική ημερομηνία 07/02/2021 (Κυριακή 7 Φεβρουαρίου 2021)

1. Απλό Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο/Artificial Neural Network (ANN)

- a. Υλοποιείτε ένα απλό τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (fully connected) με δύο κρυφά επίπεδα **256** και **128** νευρώνων αντίστοιχα. Προσαρμόστε το επίπεδο εισόδου (*input layer*) και το επίπεδο εξόδου (*output layer*) κατάλληλα για το dataset που πρέπει να χρησιμοποιήσετε.
- b. Παραγωγή των γραφημάτων train/test – loss ανά εποχή. Εμφανίζεται το πρόβλημα underfitting/overfitting; Αν ναι, να προτείνετε έναν τρόπο διαχείρισης του φαινομένου. Επίσης να αιτιολογήσετε ποιος είναι ο βέλτιστος αριθμός εποχών εκπαίδευσης. Για τον βέλτιστο αριθμό εποχών εκπαίδευσης, ζητείται να εξαχθούν οι μετρικές: accuracy, precision recall, f1 score, confusion matrix.
- c. Δοκιμάστε να κανονικοποιήσετε τις εικόνες στο διάστημα [-1,1]. Ταυτόχρονα, προσθέστε την συνάρτηση ενεργοποίησης (activation function) **ReLU** (Rectified Linear Unit) ως έξοδο κάθε νευρώνα στα κρυφά επίπεδα (hidden layer). Υπάρχει αλλαγή στην ακρίβεια (accuracy); Ο αριθμός των εποχών πριν συμβεί το overfit έχει μεταβληθεί; Γιατί; Ποια είναι η μεταβολή στον αριθμό των παραμέτρων του δικτύου;
- d. Δοκιμάστε παράλληλα με τις προσθήκες του προηγούμενου ερωτήματος να εφαρμόσετε και **batch normalization** σε κάθε επίπεδο. Ποια είναι η μεταβολή στο μέγεθος του δικτύου; Αναμένεται να υπάρχει και μεταβολή του χρόνου επεξεργασίας του δικτύου; Τι επιτυγχάνει ο αλγόριθμος batch normalization;
- e. Υλοποιείτε διάφορες δομές τεχνητών νευρωνικών δικτύων και εντοπίστε αυτό που επιλύει το πρόβλημα της ταξινόμησης με μεγαλύτερη ακρίβεια. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Μπορείτε για παράδειγμα να πειραματιστείτε με τον αριθμό των επιπέδων, των νευρώνων ανά επίπεδο, τις συναρτήσεις ενεργοποίησης, τον αλγόριθμο βελτιστοποίησης (optimization algorithm), την προ-επεξεργασία των εικόνων του dataset, **μείωση διαστάσεων (dimensionality reduction)**. Είστε ελεύθεροι/ελεύθεροι να υλοποιήσετε ότι θεωρείτε ότι θα βοηθήσει στην αύξηση της ακρίβειας.

Στην αναφορά σας θα περιγράφετε ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ για το ANN του ερωτήματος 1a καθώς και του ANN με την καλύτερη ακρίβεια: την αρχιτεκτονική, τις υπερ-παραμέτρους (hyper-parameters) και τις συναρτήσεις ενεργοποίησης και εκπαίδευσης που χρησιμοποιήσατε.

2. Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα/Convolutional Neural Networks (CNN)

- a. Ξεκινήστε χρησιμοποιώντας δυο επίπεδα συνέλιξης με **64** και **32** φίλτρα αντίστοιχα με μέγεθος παραθύρου **3x3**, και ένα fully connected επίπεδο με 128 νευρώνες. Μετά από κάθε συνελικτικό επίπεδο χρησιμοποιείτε επίπεδο υποδειγματοληψίας (pooling), προτείνεται max pooling.
- b. Παραγωγή των γραφημάτων train/test – loss ανά εποχή. Εμφανίζεται το πρόβλημα underfitting/overfitting; Αν ναι, να προτείνετε έναν τρόπο διαχείρισης του φαινομένου. Επίσης να αιτιολογήσετε ποιος είναι ο βέλτιστος αριθμός εποχών εκπαίδευσης. Για τον βέλτιστο αριθμό εποχών εκπαίδευσης, ζητείται να εξαχθούν οι μετρικές: accuracy, precision recall, f1 score, confusion matrix.

- c. Υλοποιείτε διάφορες δομές συνελκτικών τεχνητών νευρωνικών δικτύων και μεταβλητού αριθμού νευρώνων.
- d. CNN tuning: Χρησιμοποιείτε κανονικοποίηση των δεδομένων σας (batch normalization). Τι επίδραση έχει στην ακρίβεια;
- e. Δοκιμάστε αρχιτεκτονική CNN χωρίς **fully connected layer**. Μπορεί να δουλέψει; Ακολουθώντας χρησιμοποιείτε συνελκτικά επίπεδα χωρίς ενδιάμεσα επίπεδα υποδειγματοληψίας (**pooling**).

Στην αναφορά σας θα περιγράφετε ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ, για το CNN του ερωτήματος 1a καθώς και του CNN με την καλύτερη ακρίβεια: την αρχιτεκτονική, τις υπερπαραμέτρους (hyper-parameters) και τις συναρτήσεις ενεργοποίησης και εκπαίδευσης που χρησιμοποιήσατε. Τι βελτίωση βλέπουμε στην ακρίβεια σε σχέση με τα ANN και γιατί; Εκτυπώστε το δίκτυο και σημειώστε τον αριθμό των παραμέτρων. Τι παρατηρείτε;

3. Ερωτήσεις Κατανόησης

- a. Για ποιον λόγο τα CNN έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια;
- b. Ποια είναι η ειδοποιός διαφορά των CNN και των ANN ως προς την ταξινόμηση εικόνων;

4. Bonus

- a. Έχουν παρατεθεί και 3 επιπλέον dataset. Επιλέξτε ένα από αυτά και εκτελέστε το πείραμα με την βέλτιστη αρχιτεκτονική CNN που προτείνατε για το αρχικό dataset. Ταυτόχρονα υλοποιείτε την αρχιτεκτονική ResNet-50.
- b. Ποιες είναι οι διαφορές ενός CNN με το ResNet;
- c. Ποιο ήταν το κύριο πρόβλημα που αποφεύχθηκε κατά την εκπαίδευση βαθέων νευρωνικών δικτύων με το ResNet;

ΠΑΡΑΔΟΤΕΑ

1. Αναλυτική αναφορά (σε pdf) που θα περιγράφει τη διαδικασία εκτέλεσης κάθε βήματος με σχολιασμό των αποτελεσμάτων. Περιγράψτε τις επιλογές που διαλέξατε για κάθε ταξινομητή και περιγράψτε την αρχιτεκτονική του. Επίσης, συγκρίνετε την επίδοση των διάφορων ταξινομητών, δικαιολογώντας τις κρίσεις σας. Τέλος, κάθε ταξινομητής να συνοδεύεται από το διάγραμμα κόστους/επαναλήψεων και το διάγραμμα ακρίβειας/επαναλήψεων.
2. Πηγαίος κώδικας των ταξινομητών σας.
3. Αρχείο PowerPoint (.ppt) παρουσίασης της εργασίας σας. Η παρουσίαση θα γίνει σε ώρα και τόπο που θα καθορισθούν.

Appendix

Η εντολή για να εκτυπώσει τη δομή και τις παραμέτρους του δικτύου είναι:

```
model.summary()
```