**1Η ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ – ΒΑΘΙΑ ΜΑΘΗΣΗ»**

Χρήστος Χριστίδης

ΑΕΜ 3350

[christpc@csd.auth.gr](mailto:christpc@csd.auth.gr)

28/11/2021

Τμήμα Πληροφορικής ΑΠΘ

Εισαγωγή

Για την εκπόνηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα Python και συγκεκριμένα το framework PyTorch. Το νευρωνικό δίκτυο και οι πράξεις που το αφορούν τρέχουν στη CPU, επομένως οι χρόνοι απόδοσης που αναφέρονται σε επόμενες ενότητες αναφέρονται στην απόδοση του νευρωνικού στη CPU και όχι στη GPU. Ο σκοπός του νευρωνικού δικτύου είναι η αναγνώριση ψηφίων 0-9 σε εικόνες 28x28 px. Για τα training και testing data sets χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη MNIST.

Θα παρατεθούν δεδομένα και στατιστικά σε μορφή πινάκων. Πιο συγκεκριμένα, η χρονική απόδοση του δικτύου, το ποσοστό επιτυχίας κατά το training και testing καθώς και θα δοθούν παραδείγματα ορθής και εσφαλμένης κατηγοριοποίησης. Κάθε παραλλαγή του δικτύου (διαφορετικός αριθμός νευρώνων στο κρυφό επίπεδο, διαφορετικός optimizer, διαφορετικός αριθμός κρυφών layers) θα συνοδεύεται από ξεχωριστό πίνακα και παραδείγματα. Τέλος παρατίθεται σύγκριση του δικτύου και των διαφορετικών εκφάνσεών του με τους αλγορίθμους Nearest Neighbor και Nearest Class Centroid.

Περιγραφή του δικτύου και του αντίστοιχου κώδικα

Αρχικά να σημειωθεί ότι ελέγχθηκαν 3 παραλλαγές του νευρωνικού δικτύου.

Ο αρχικός σχεδιασμός αφορά δίκτυο με δύο hidden layers. Το αρχικό layer δέχεται ως είσοδο 784 νευρώνες (διάνυσμα 784 στοιχείων, ο αριθμός προκύπτει από τα 28x28 pixel της εικόνας) και έχει ως έξοδο 64 νευρώνες. Τα δύο ενδιάμεσα κρυφά στρώματα έχουν είσοδο και έξοδο 64 νευρώνες. Τέλος το τελικό στρώμα έχει ως είσοδο 64 νευρώνες και έξοδο 10 νευρώνες, όπου κάθε ένας αντιπροσωπεύει ένα από τα ψηφία 0-9. Ο κώδικας υλοποιεί τον παραπάνω σχεδιασμό είναι η κλάση Net.

Για τα τρία πρώτα στρώματα η συνάρτηση ενεργοποίησης (activation function) είναι η Rectified Linear Unit (ReLU) ενώ για το τελευταίο επίπεδο χρησιμοποιήθηκε η Softmax. Το κομμάτι του κώδικα που υλοποιεί το forward propagation με τις συναρτήσεις που μόλις περιεγράφηκαν είναι η μέθοδος forward της κλάσης Net.

Χρησιμοποιήθηκε ο optimizer αλγόριθμος Adam της βιβλιοθήκης torch με learning rate lr=0.01 ο οποίος αυτόματα αρχικοποιεί και διαχειρίζεται την ενημέρωση των βαρών κατά τη διάρκεια της back propagation η οποία επίσης έγινε μέσω της ενσωματωμένης μεθόδου backward του πακέτου. H εκπαίδευση του μοντέλου διαρκεί 3 εποχές.

**1η παραλλαγή:**

**2η παραλλαγή:**

Παρουσίαση αποτελεσμάτων