

- **Εισαγωγή**

Διεκπεραίωση και παρουσίαση πειράματος με σκοπό την ανάπτυξη Convolutional Autoencoder για την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση χρονοσειρών

- **Παραμετροποίηση Πειράματος**

Πριν την εκπαίδευση οποιουδήποτε μοντέλου έγινε κλήση της παρακάτω συνάρτησης το οποίο αποσκοπεί στην παροχή της δυνατότητας για **αναπαραγωγή** των αποτελεσμάτων [\[1\]](#)

```
def experimentParameters():  
    seed = 123  
    os.environ['PYTHONHASHSEED'] = str(seed)  
    random.seed(seed)  
    tensorflow.random.set_seed(seed)  
    numpy.random.seed(seed)  
    os.environ['TF_DETERMINISTIC_OPS'] = '1'  
    os.environ['TF_CUDNN_DETERMINISTIC'] = '1'  
    tensorflow.config.threading.set_inter_op_parallelism_threads(1)  
    tensorflow.config.threading.set_intra_op_parallelism_threads(1)
```

- **Μεθοδολογία Πειράματος**

Για την εκπαίδευση και την επιλογή του βέλτιστου μοντέλου εφαρμόστηκε η παρακάτω μεθοδολογία με τα ακόλουθα στάδια :

1. Δημιουργία συνόλου μοντέλων $S = \{M_1, M_2 \dots M_n\}$ όπου $M_i \neq M_j$ ως προς την πολυπλοκότητα του μοντέλου και εύρεση του μοντέλου M_k απο το σύνολο S που ελαχιστοποιεί το loss function και δεν παρουσιάζει δείγματα overfitting
2. Παραμετροποίηση του μοντέλου M_k ως προς τις υπόλοιπες υπερ-παραμέτρους με σκοπό την περαιτέρω βελτιστοποίηση του μοντέλου

- **Training Set – Testing Set**

Για την εκπαίδευση του εκάστοτε μοντέλου το παρεχόμενο Dataset χρησιμοποιήθηκε ως εξής :

1. Επιλογή των πρώτων 359 χρονομέτρων από το σύνολο των 359 χρονοσειρών του αρχικού Dataset το οποίο αντιστοιχεί στο 100% του πληθάριθμου του τελευταίου [\[2\]](#)
2. Χρήση του 80% των 359 χρονοσειρών ως **Training Set** το οποίο αντιστοιχεί σε συνολικά 287 χρονοσειρές
3. Χρήση του 20% των 359 χρονοσειρών ως **Testing Set** το οποίο αντιστοιχεί σε συνολικά 72 χρονοσειρές

- **1^ο στάδιο**

Για όλα τα μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω υπερ-παραμέτροι με απώτερο σκοπό την **επί ίσοις όροις** σύγκριση τους ενώ κάθε μοντέλο έχει εκπαιδευτεί για την κάθε μια χρονοσειρά από το **Training Set** ξεχωριστά [\[3\]](#) :

1. Window = 10
2. Batch Size = 64
3. Features = 1
4. Epochs Per Timeseries = 50
5. Validation Split = 0.15
6. Optimiser = Adam
7. Loss Function = Mean Absolute Error

Δομή 1^{ου} Μοντέλου :

1. Input(shape = (Window, Features))
2. Conv1D(filters = 16, kernel – size = 6, padding = "same")
3. AveragePooling1D(pool-size = 2)
4. Conv1D(filters = 1, kernel – size = 6, padding = "same")
5. UpSampling1D(size = 2)
6. Conv1D(filters = 1, kernel – size = 2, padding = "same")

Δομή 2^{ου} Μοντέλου :

1. Input(shape = (Window, Features))
2. Conv1D(filters = 16, kernel – size = 6, padding = "same")
3. AveragePooling1D(pool-size = 2, padding = "same")
4. Conv1D(filters = 1, kernel – size = 6, padding = "same")
5. AveragePooling1D(pool-size = 2, padding = "same")
6. Conv1D(filters = 1, kernel – size = 6, padding = "same")
7. Conv1D(filters = 1, kernel – size = 6, padding = "same")
8. UpSampling1D(size = 2)
9. Conv1D(filters = 16, kernel-size = 2)
10. UpSampling1D(size = 2)
11. Conv1D(filters = 1, kernel – size = 2, padding = "same")

Αποτελέσματα επί του **Training Set** :

| Μοντέλο | 1 ^ο | 2 ^ο |
|------------|----------------|----------------|
| Mean – MAE | 3.342e – 03 | 4.573e – 03 |
| # | 287 | 0 |

Αποτελέσματα επί του **Testing Set** :

| Μοντέλο | 1 ^ο | 2 ^ο |
|------------|----------------|----------------|
| Mean – MAE | 3.419e – 03 | 4.416e – 03 |
| # | 72 | 0 |

= Αριθμος χρονοσειρων για τις οποίες το μοντέλο M_i εμφάνισε το ελάχιστο MAE

Σχολιασμός αποτελεσμάτων 1^{ου} σταδίου :

Το 1^ο μοντέλο είναι αυτό που παρουσιάζει το ελάχιστο MAE τόσο στο **Training Set** αλλά και στο **Testing Set** ενώ το Mean – MAE είναι παρόμοιας τάξης και στα 2 Sets το οποίο υποδεικνύει ότι μάλλον έχει αποφευχθεί το φαινόμενο του overfitting .

Το 2^ο μοντέλο κωδικοποιεί τα δεδομένα 1.66 φορές περισσότερο ενώ ταυτόχρονα έχει 1.35 φορές μεγαλύτερο Mean-MAE από το 1^ο μοντέλο.

Το 2^ο μοντέλο είναι 1.22 φορές αποδοτικότερο από το 1^ο, αφού για κάθε μοναδιαία αύξηση του Mean-MAE, η κωδικοποίηση των δεδομένων αυξάνεται κατά 1.22 μονάδες.

- **2^ο στάδιο**

Βάσει του αποτελέσματος του 1^{ου} σταδίου του πειράματος το 2^ο μοντέλο είναι αυτό που θα διατηρήσουμε όσον αφορά την δομή του και θα μεταβάλλουμε τις διάφορες υπερ-παραμέτρους με απώτερο σκοπό την περαιτέρω **ενδεχομένη** βελτιστοποίηση του

| Μοντέλο | 2 ^ο | 3 ^ο | 4 ^ο | 5 ^ο |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kernel Size | 6 | 6 | 3 | 6 |
| Batch Size | 64 | 32 | 64 | 64 |
| Epochs | 50 | 50 | 50 | 100 |

Αποτελέσματα επί του **Training Set** :

| Μοντέλο | 2 ^ο | 3 ^ο | 4 ^ο | 5 ^ο |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Mean – MAE | 4.573e – 03 | 4.589e – 03 | 5.576e – 03 | 4.428e-03 |
| # | 3 | 0 | 0 | 284 |

Αποτελέσματα επί του **Testing Set** :

| Μοντέλο | 2 ^ο | 3 ^ο | 4 ^ο | 5 ^ο |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Mean – MAE | 4.616e – 03 | 4.635e – 03 | 5.738e – 03 | 4.570e – 03 |
| # | 0 | 0 | 0 | 72 |

= Αριθμος χρονοσειρων για τις οποίες το μοντέλο M_i εμφάνισε το ελάχιστο MAE

Σχολιασμός αποτελεσμάτων 2^{ου} σταδίου :

Το 5^ο μοντέλο είναι αυτό που παρουσιάζει το ελάχιστο MAE τόσο στο **Training Set** αλλά και στο **Testing Set** ακόμα και μετά την μεταβολή των διάφορων υπερ-παραμέτρων και συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί **προσωρινά** ως το βέλτιστο μοντέλο μιας και ελαχιστοποιεί το MAE ενώ δεν παρουσιάζει δείγματα overfitting

- **Αναφορές**

- [1] [Keras : Documentation](#)
- [2] [Ιωάννης Χαμόδρακας : Δειγματοληπτικό Training](#)
- [3] [Ιωάννης Χαμόδρακας : Multiple Fits](#)