



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Υπολογιστική Νοημοσύνη

8^ο Εξάμηνο

Radial Basis Function

Σφυράκης Εμμανουήλ

AEM:9507

sfyrakise@ece.auth.gr

26 Ιανουαρίου 2021

Περιεχόμενα

1	Απλή εφαρμογή σε RBF δίκτυο	2
1.1	Καμπύλες εκμάθησης	4
1.2	Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	7
2	Fine tuning RBF δικτύου	7
2.1	Καμπύλες εκμάθησης	8
2.2	Σχολιασμός αποτελεσμάτων	8

1 Απλή εφαρμογή σε RBF δίκτυο

Στο κομμάτι αυτό πραγματοποιείται η εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου τύπου RBF με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Στα διαγράμματα των σχημάτων 1.1, 1.2, 1.3 δίνονται οι καμπύλες εκμάθησης, για τα δεδομένα εκπαίδευσης και επικύρωσης, για διαφορετικό πλήθος νευρώνων στο RBF στρώμα. Όσον αφορά τις μετρικές R^2 και RMSE, οι ακριβείς τιμές τους για κάθε περίπτωση είναι:

Για $Neurons_{rbf} = 38$ έχουμε:

- $R^2 = 0.7008$
- $RMSE = 1.6427$
- $Val_R^2 = 0.5174$
- $Val_RMSE = 3.4661$

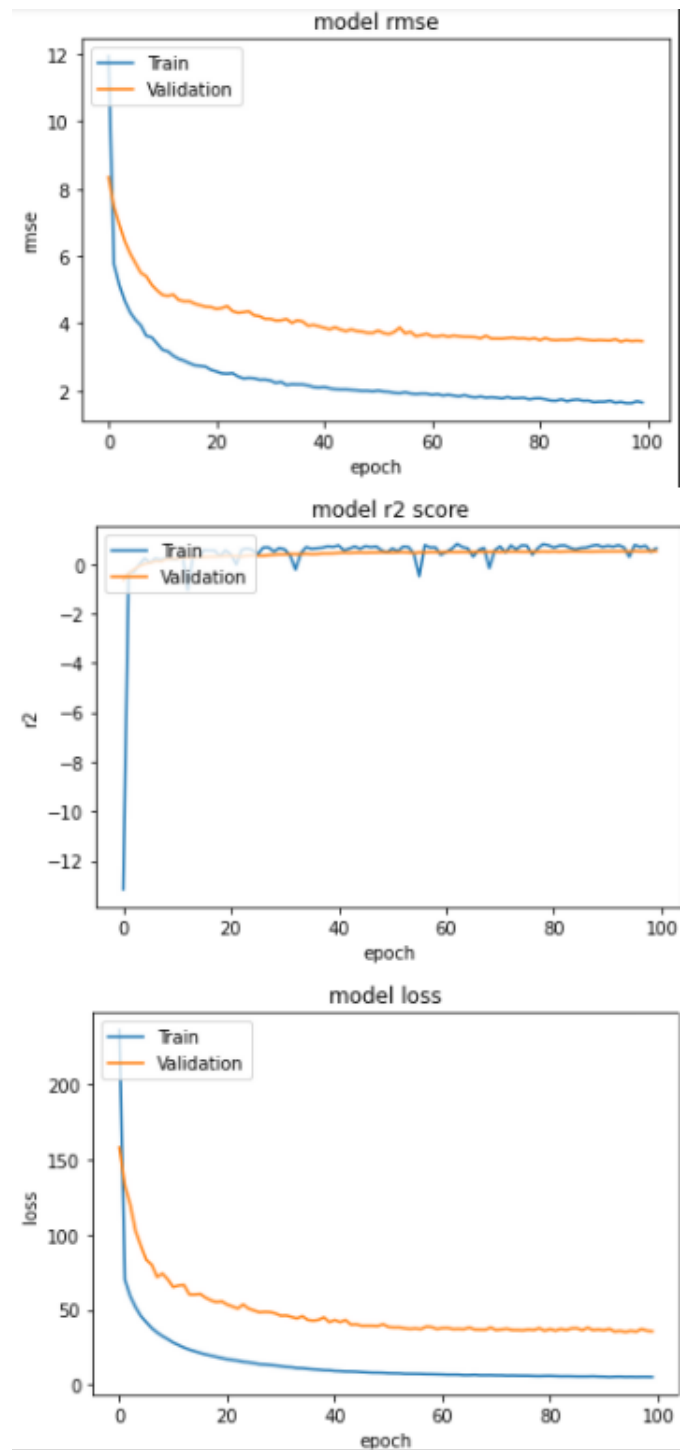
Για $Neurons_{rbf} = 190$ έχουμε:

- $R^2 = 0.9339$
- $RMSE = 0.6127$
- $Val_R^2 = 0.3406$
- $Val_RMSE = 4.1644$

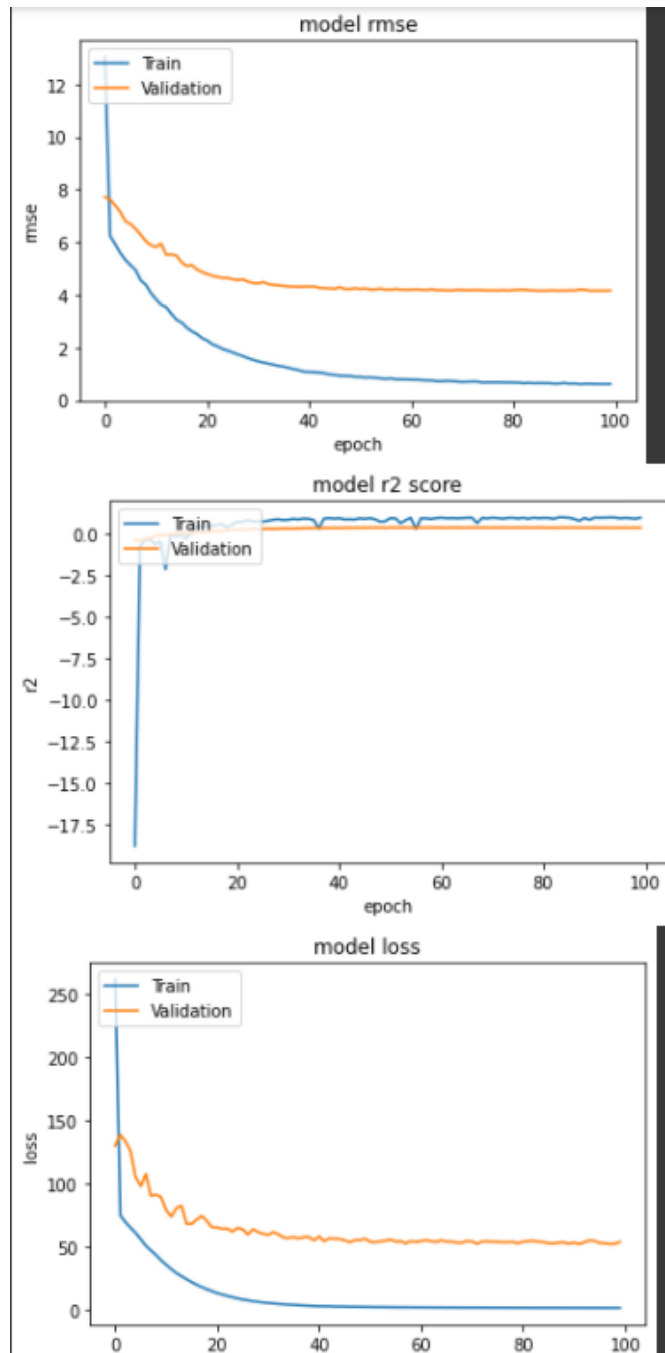
Για $Neurons_{rbf} = 342$ έχουμε:

- $R^2 = 0.9892$
- $RMSE = 0.2464$
- $Val_R^2 = 0.0886$
- $Val_RMSE = 5.1013$

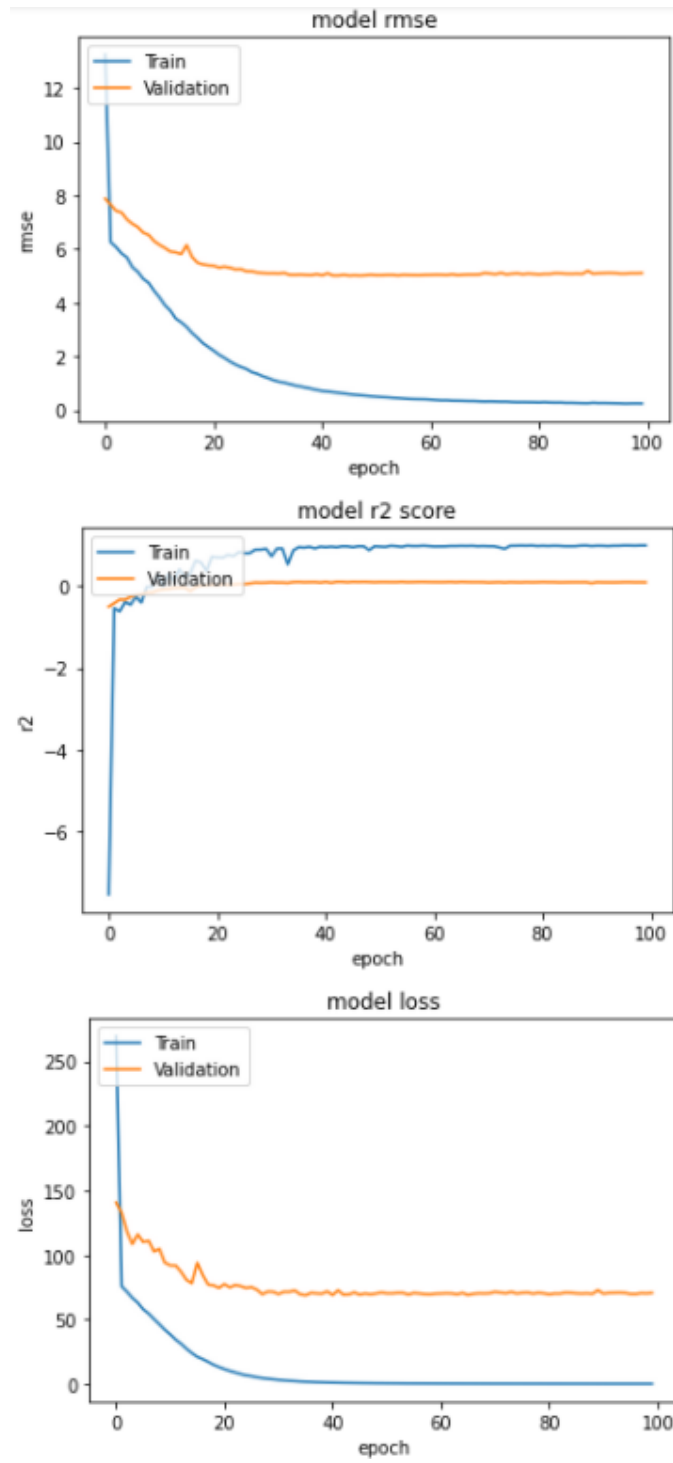
1.1 Καμπύλες εκμάθησης



Σχήμα 1.1: Καμπύλες ρίζας μέσου τετραγωνικού σφάλματος, r2 score και κόστους για $neurons_{rbf} = 38$



Σχήμα 1.2: Καμπύλες ρίζας μέσου τετραγωνικού σφάλματος, r2 score και κόστους για $neurons_{rbf} = 190$



Σχήμα 1.3: Καμπύλες ρίζας μέσου τετραγωνικού σφάλματος, r^2 score και κόστους για $neurons_{rbf} = 342$

1.2 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Παρατηρώντας τις καμπύλες εκμάθησης, βλέπουμε ότι μπορεί οι μετρικές να βελτιώνονται για τα δεδομένα εκπαίδευσης με την αύξηση των νευρώνων του rbf στρώματος, κάτι τέτοιο ωστόσο δεν ισχύει και για τα δεδομένα επικύρωσης. Αντιθέτως, οι μετρικές γίνονται χειρότερες στα δεδομένα αυτά με την αύξηση των νευρώνων, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε overfitting. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στο ότι το μοντέλο μαθαίνει ακόμα περισσότερες λεπτομέρειες για τα δεδομένα εκπαίδευσης με την αύξηση των νευρώνων (άρα και της πολυπλοκότητας), με αποτέλεσμα να είναι πολωμένο στα δεδομένα αυτά και να μην μπορεί να 'γενικεύσει' επαρκώς. Επίσης, ο σχετικά μικρός αριθμός δειγμάτων προς εκπαίδευση ίσως συμβάλλει στο αποτέλεσμα αυτό.

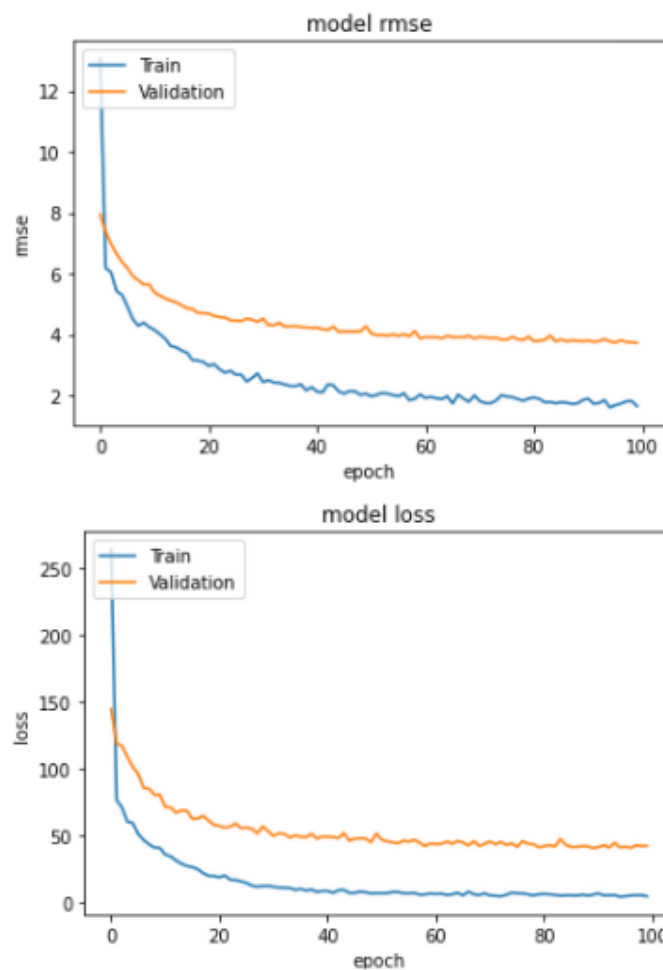
2 Fine tuning RBF δικτύου

Η εύρεση των βέλτιστων τιμών για τις ζητούμενες υπερπαραμέτρους έγινε με το framework keras-tuner. Οι βέλτιστες τιμές που βρέθηκαν (με βάση το μικρότερο δυνατό val_rmse) είναι:

- αριθμός νευρώνων RBF στρώματος: 114
- αριθμός νευρώνων δεύτερου κρυφού στρώματος: 32
- dropout πιθανότητα p: 0.2

Δεδομένων αυτών των τιμών, η εκπαίδευση του δικτύου παρουσιάζει τις καμπύλες εκμάθησης του σχ. 2.1

2.1 Καμπύλες εκμάθησης



Σχήμα 2.1: Καμπύλες ρίζας μέσου τετραγωνικού σφάλματος και κόστους για βέλτιστες υπερ-παραμέτρους

2.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Για τις βέλτιστες αυτές υπερπαραμέτρους, οι τιμές της μετρικής και του κόστους για τα 2 σύνολα μετά το πέρας 100 εποχών είναι:

- RMSE: 1.6435
- loss(MSE): 4.8472
- val_RMSE: 3.7023
- val_loss: 42.7345

Παρατηρούμε ότι η συνάρτηση κόστους για τα δεδομένα επικύρωσης λαμβάνει σχετικά μεγάλες τιμές ενώ κάτι τέτοιο δεν ισχύει για τα δεδομένα εκπαίδευσης(ελαφρύ **overfitting**).