



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Ρευστών
Εργαστήριο Θερμικών Στροβιλομηχανών

Υπολογιστικό Θέμα:

Αλγόριθμοι Εκπαίδευσης Πολυεπίπεδων Αντίληπτρων με χρήση Αποκρίσεων και Παραγώγων

ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ (02105005)

Υπεύθυνος Καθηγητής: **ΚΥΡΙΑΚΟΣ. Χ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΓΛΟΥ**, Καθηγητής ΕΜΠ

Μάρτιος 2011

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την εκπαίδευση και χρήση Πολυεπίπεδων Αντίληπτρων (ΠΑ), τα οποία εκπαιδεύονται στον σωστό υπολογισμό ενός συνόλου τιμών μίας συνάρτησης και των αντίστοιχων παραγώγων (Gradient Assisted Multilayer Perceptrons, GAMLPs). Ο στόχος της εκπαίδευσης με αυτό το σύνολο τιμών είναι η προσέγγιση άλλων τιμών της συνάρτησης, μέσω χρήσης του ΠΑ. Γενικά τα GAMLPs, όπως και τα απλούστερα MLPs, αποτελούν σημαντική κατηγορία τεχνικών νευρωνικών δικτύων, πρόσω διάδοσης σήματος, πολλών ενδιάμεσων επιπέδων και εν γένει, διαφόρων συναρτήσεων βάσης. Η εκπαίδευση ενός GAMLP και ενός MLP γίνεται με τον αλγόριθμο Πίσω Διάδοσης Σφάλματος (ΠΔΣ, Back Error Propagation). Στο Εργαστήριο Θερμικών Στροβιλομηχανών (ΕΘΣ), τα ΠΑ χρησιμοποιούνται, εκτός των άλλων, για την μείωση του υπολογιστικού χρόνου βελτιστοποίησης αεροδυναμικών μορφών. Συγκεκριμένα, λειτουργούν ως μεταπρότυπα και προσεγγίζουν τις εξισώσεις ροής.

Στην συγκεκριμένη εργασία επεκτάθηκε η δυνατότητα και μειώθηκε ο χρόνος εκπαίδευσης των GAMLPs. Ενσωματώθηκε μία νέα ON-Line μέθοδος εκπαίδευσης. Ο νέος αλγόριθμος δύναται να εκπαιδευτεί με On-Line, New-On-Line και Off-Line μέθοδο, όλες με εφαρμογή της απότομης καθόδου (Steepest-Descent, St-De). Επίσης, προστέθηκε η δυνατότητα Off-Line εκπαίδευσης με χρήση της Προσεγγιστικής Μεθόδου Newton (BFGS). Αρχικά όλες οι παραπάνω μέθοδοι δοκιμάστηκαν σε σειρά συναρτήσεων μίας και δύο μεταβλητών. Από τις δοκιμές προκύπτει ότι η μέθοδος Off-Line (BFGS) συγκλίνει γρηγορότερα. Πολλές φορές η μέθοδος αυτή είναι η μόνη που εκπαιδεύει το δίκτυο, καθώς οι άλλες παγιδεύονται σε τοπικά ακρότατα. Επίσης, από τις δοκιμές φαίνεται η δυνατότητα των GAMLPs να προσεγγίζουν καλύτερα τις συναρτήσεις σε σχέση με τα απλά MLPs. Στα πλαίσια της εργασίας, για κάθε δοκιμή, πραγματοποιήθηκε διερεύνηση γύρω από την επιλογή κατάλληλης τοπολογίας νευρώνων του δικτύου και όλων των παραμέτρων του αλγορίθμου. Τέλος, τα GAMLPs χρησιμοποιήθηκαν για την πρόγνωση των απωλειών ολικής πίεσης, ενός συνόλου πτερυγίων στροβίλου. Τα πτερύγια περιγράφονται μέσω σημείων ελέγχου Bezier, των οποίων οι συντεταγμένες αποτελούν την είσοδο του GAMLP. Οι τιμές των απωλειών πίεσης για τα πτερύγια που αποτελούν το δείγμα εκπαίδευσης βρίσκονται με αριθμητική επίλυση της ροής. Οι αντίστοιχες τιμές παραγώγων, ως προς τα σημεία ελέγχου, υπολογίζονται με την Συζυγή Μέθοδο υπολογισμού παραγώγων. Κατά την εκπαίδευση, κρίθηκε απαραίτητη η αδιαστατοποίηση των συντεταγμένων των σημείων ελέγχου και των απωλειών και η αντίστοιχη κατάλληλη μετατροπή των παραγώγων. Αυτό οφείλεται στις διαφορές της τάξης μεγέθους των συντεταγμένων των σημείων Bezier, των απωλειών ολικής πίεσης και των παραγώγων. Στην συνέχεια βρέθηκε η κατάλληλη τοπολογία για τα διάφορα GAMLPs και εκπαιδεύτηκαν με τη μέθοδο Off-Line (BFGS). Με τα εκπαιδευμένα δίκτυα προσεγγίστηκαν οι απώλειες άλλων πτερυγίων, τα οποία αποτέλεσαν τα δείγματα ελέγχου. Καθώς τα συγκεκριμένα GAMLPs εκπαιδεύτηκαν σε αδιάστατες ποσότητες, οι τιμές και παράγωγοι που υπολόγισαν ήταν αδιάστατες και απαιτούσαν την αντίστροφη μετατροπή για να προσεγγιστούν οι πραγματικές απώλειες των δειγμάτων ελέγχου. Διαπιστώθηκε πάλι η υπεροχή του GAMLP έναντι του MLP και της Off-Line (BFGS).