|  |  |
| --- | --- |
| ÎÏÎ¿ÏÎ­Î»ÎµÏÎ¼Î± ÎµÎ¹ÎºÏÎ½Î±Ï Î³Î¹Î± ÏÎ±Î½ÎµÏÎ¹ÏÏÎ·Î¼Î¹Î¿ Î´ÏÏÎ¹ÎºÎ·Ï Î±ÏÏÎ¹ÎºÎ·Ï | **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  **ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  **ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ** |

**Διπλωματική Εργασία**

**(Εισάγεται ο τίτλος της Διπλωματικής Εργασίας, σε 14 pt font size bold)**

Χώρος για εικόνα/σχήμα/διάγραμμα σχετικό με την εργασία (προαιρετικά)

**Φοιτητής/τρια: (Εισάγεται το Επώνυμο και Όνομα του/της Φοιτητή/τριας)**

**ΑΜ: (Εισάγεται ο Αριθμός Μητρώου του/της Φοιτητή/τριας)**

**Επιβλέπων/ουσα Καθηγητής/τρια**

**(Εισάγεται το Όνομα και Επώνυμο του/της Επιβλέποντος/ουσας Καθηγητή/τριας)**

**(Εισάγεται η Βαθμίδα του/της Επιβλέποντος/ουσας Καθηγητή/τριας)**

**ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, (ΜΗΝΑΣ) (ΕΤΟΣ)**

***Σημείωση****: Μετά τη συμπλήρωση των ονομάτων και λοιπών στοιχείων, διαγράφονται οι παρενθέσεις και οι οδηγίες εντός αυτών.*

|  |  |
| --- | --- |
| ÎÏÎ¿ÏÎ­Î»ÎµÏÎ¼Î± ÎµÎ¹ÎºÏÎ½Î±Ï Î³Î¹Î± ÏÎ±Î½ÎµÏÎ¹ÏÏÎ·Î¼Î¹Î¿ Î´ÏÏÎ¹ÎºÎ·Ï Î±ÏÏÎ¹ÎºÎ·Ï | **UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  **FACULTY OF ENGINEERING**  **DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING** |

**Diploma Thesis**

**(Εισάγεται ο τίτλος της Διπλωματικής Εργασίας στην αγγλική γλώσσα, σε 14 pt font size bold)**

Χώρος για εικόνα/σχήμα/διάγραμμα σχετικό με την εργασία (προαιρετικά)

**Student: (Εισάγεται το Επώνυμο και Όνομα του/της Φοιτητή/τριας με λατινικούς χαρακτήρες)**

**Registration Number: (Εισάγεται ο Αριθμός Μητρώου του/της Φοιτητή/τριας)**

**Supervisor**

**(Εισάγεται το Όνομα και Επώνυμο του/της Επιβλέποντος/ουσας Καθηγητή/τριας   
με λατινικούς χαρακτήρες)**

**(Εισάγεται η Βαθμίδα του/της Επιβλέποντος/ουσας Καθηγητή/τριας στην αγγλική γλώσσα)**

**ATHENS-EGALEO, (Μήνας στην αγγλική) (Έτος)**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή εξεταστική επιτροπή:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (Όνομα Επώνυμο)  Επιβλέπων/ουσα | (Όνομα Επώνυμο) | (Όνομα Επώνυμο) |
| (Υπογραφή)  (Βαθμίδα)  ΤΗΗΜ ΠΑΔΑ ή άλλο Τμήμα/Ίδρυμα | (Υπογραφή)  (Βαθμίδα)  ΤΗΗΜ ΠΑΔΑ ή άλλο Τμήμα/Ίδρυμα | (Υπογραφή)  (Βαθμίδα)  ΤΗΗΜ ΠΑΔΑ ή άλλο Τμήμα/Ίδρυμα |

***(Συμπληρώνεται από το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ, μόνο αν ισχύει για την παρούσα Διπλωματική Εργασία, διαφορετικά διαγράφεται):***

Η αρχική επίβλεψη της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας έγινε από τον/την

Δρ. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_,

για το διάστημα που απασχολήθηκε με σύμβαση στο Τμήμα ως διδάσκων/ουσα.

**Copyright © 20\_\_** Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και (Ονοματεπώνυμο Φοιτητή/τριας),   
Μήνας, Έτος**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το/τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το/τη συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του/της επιβλέποντος/ουσας, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ……………………………………………………………. του ………….….. και της ..................., με αριθμό μητρώου ……… φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, της ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ Σχολής, του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς, είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.»

Ο/Η Δηλών/ούσα

|  |
| --- |
| (Όνομα Επώνυμο φοιτητή/τριας) |
|  |
|  |
| (Υπογραφή φοιτητή/τριας) |

*{Προαιρετικά, συμπληρώνεται διάστημα (embargo period) έως 12 μήνες – αν δεν ζητείται περίοδος embargo, να διαγραφεί η συνέχεια, έως και το τέλος της σελίδας}:*

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της Διπλωματικής Εργασίας μου για \_\_\_ μήνες και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του/της επιβλέποντος/ουσας.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Συμφωνώ να αποκλειστεί η πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για το αιτούμενο διάστημα \_\_\_ μηνών |
| Ο/Η Δηλών/ούσα | Ο/Η επιβλέπων/ουσα |
| (Όνομα Επώνυμο φοιτητή/τριας) | (Όνομα Επώνυμο) |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| (Υπογραφή φοιτητή/τριας) | (Υπογραφή)  (Βαθμίδα)  ΤΗΗΜ, ΠΑΔΑ ή άλλο Τμήμα, Ίδρυμα |

**ΔΗΛΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ**

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ……………….……………………………………………. του …………….. και της ................, με αριθμό μητρώου ……… φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, της ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ Σχολής, του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

Για τη σύνταξη του κειμένου της Διπλωματικής Εργασίας μου,

δεν χρησιμοποίησα λογισμικό παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης (Generative AI).

χρησιμοποίησα λογισμικά παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης (Generative AI), για βοηθητικές εργασίες κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας μου, σύμφωνα με την Πολιτική Χρήσης Εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης του Τμήματος. Η χρήση των εργαλείων αυτών περιγράφεται και αιτιολογείται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

Ο/Η Δηλών/ούσα

|  |
| --- |
| (Όνομα Επώνυμο φοιτητή/τριας) |
|  |
|  |
| (Υπογραφή φοιτητή/τριας) |

{Σελίδα αφιέρωσης (*προαιρετικά – αν δεν χρησιμοποιηθεί, διαγράφεται η σελίδα*)}

{Σελίδα ευχαριστιών (*προαιρετικά– αν δεν χρησιμοποιηθεί, διαγράφεται η σελίδα*)}

**Περίληψη**

Η Περίληψη είναι η σύνοψη της όλης Διπλωματικής Εργασίας σε μια σελίδα περίπου (έως 500 λέξεις).

Στην Περίληψη παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα ή πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε, η μέθοδος αντιμετώπισής του και η προτεινόμενη λύση, καθώς και τα κυριότερα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Η Περίληψη διαμορφώνεται ως απλό κείμενο, χωρίς μαθηματικούς τύπους ή σχέσεις και χωρίς εικόνες, σχήματα, πίνακες ή αναφορές.

**Λέξεις – κλειδιά**

Βασικοί όροι, είτε λέξεις, είτε φράσεις, χωρισμένοι με κόμμα. Καλό είναι να χρησιμοποιούνται προτυποποιημένες λέξεις και εκφράσεις. Εισάγονται 5 έως 10 λέξεις-κλειδιά περίπου.

**Abstract**

Μετάφραση της Περίληψης στην αγγλική γλώσσα. Δεν πρέπει να γίνεται χρήση αυτομάτων μεταφραστικών εργαλείων, π.χ. <https://www.deepl.com/en/translator>, άκριτα και πλήρως αυτοματοποιημένα.

**Keywords**

Μετάφραση των λέξεων ή φράσεων – κλειδιών στην αγγλική γλώσσα.

**Περιεχόμενα**

[Κατάλογος Πινάκων 12](#_Toc199145908)

[Κατάλογος Σχημάτων/Εικόνων 12](#_Toc199145909)

[Κατάλογος Συντομογραφιών 12](#_Toc199145910)

[Κατάλογος Ειδικών/Τεχνικών Όρων 12](#_Toc199145911)

[Κατάλογος Συμβόλων / Παραμέτρων 13](#_Toc199145912)

[1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ 14](#_Toc199145913)

[1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας 14](#_Toc199145914)

[1.2 Σκοπός και στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας 14](#_Toc199145915)

[1.3 Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας 14](#_Toc199145916)

[1.4 Συνεισφορά και Καινοτομία της Διπλωματικής Εργασίας 14](#_Toc199145917)

[1.5 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας 14](#_Toc199145918)

[2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο : Επισκόπηση του πεδίου, προσδιορισμός του προβλήματος και διεθνής εμπειρία 15](#_Toc199145919)

[2.1 Υποενότητα 15](#_Toc199145920)

[2.2 Υποενότητα 15](#_Toc199145921)

[2.2.1 Υπο-υποενότητα 15](#_Toc199145922)

[2.2.2 Υπο-υποενότητα 15](#_Toc199145923)

[2.3 Υποενότητα 15](#_Toc199145924)

[2.3.1 Υπο-υποενότητα 15](#_Toc199145925)

[2.3.2 Υπο-υποενότητα 16](#_Toc199145926)

[3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο : Μεθοδολογία και Εργαλεία 17](#_Toc199145927)

[3.1 Υποενότητα 17](#_Toc199145928)

[3.2 Υποενότητα 17](#_Toc199145929)

[3.2.1 Υπο-υποενότητα 17](#_Toc199145930)

[3.2.2 Υπο-υποενότητα 17](#_Toc199145931)

[3.3 Υποενότητα 17](#_Toc199145932)

[3.3.1 Υπο-υποενότητα 17](#_Toc199145933)

[3.3.2 Υπο-υποενότητα 17](#_Toc199145934)

[4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : Τεχνικό Μέρος: Ανάλυση του προβλήματος και σύνθεση λύσης 19](#_Toc199145935)

[4.1 Παράδειγμα 1ο: Μελέτη μέσω Προσομοίωσης 20](#_Toc199145936)

[4.2 Παράδειγμα 2ο: Σχεδίαση και ανάπτυξη πρωτοτύπου 25](#_Toc199145937)

[4.3 Παράδειγμα 3ο: Ανάλυση σημάτων/συνόλου δεδομένων μέσω αλγορίθμων 31](#_Toc199145938)

[5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ (Ν+1)o: Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις Έρευνας 36](#_Toc199145939)

[5.1 Απαντήσεις στα ερωτήματα της ΔΕ 36](#_Toc199145940)

[5.2 Περιορισμοί της ΔΕ 36](#_Toc199145941)

[5.3 Προτάσεις για μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας 36](#_Toc199145942)

[Αναφορές - Πηγές 37](#_Toc199145943)

[Παράρτημα Α: Χρήση εργαλείων παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης 38](#_Toc199145944)

[Παράρτημα Β 39](#_Toc199145945)

[Παράρτημα Γ 39](#_Toc199145946)

# Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1 Περιγραφή πίνακα (με παραπομπή σε πηγή, αν ελήφθη από κάπου) ……[αρ. σελ.]

Πίνακας 2.1 Περιγραφή πίνακα (με παραπομπή σε πηγή, αν ελήφθη από κάπου)……[αρ. σελ.]

……

*{Ειδικότερα για την περίπτωση ενός συγκεκριμένου πίνακα που έχει ληφθεί από μία πηγή με αύξοντα αριθμό π.χ. [47] στις Αναφορές-Πηγές (τελευταία ενότητα της ΔΕ), και εκεί ο πίνακας εμφανίζεται με αύξοντα αριθμό π.χ. Πίνακας 5.2, η αναφορά στην πηγή αυτή στο τέλος της λεζάντας του Πίνακα γράφεται ως «... [47, πιν. 5.2]...».}*

# Κατάλογος Σχημάτων/Εικόνων

Εικόνα 1.1 Περιγραφή σχήματος/εικόνας (με παραπομπή στην πηγή του (α/α στις «Αναφορές-Πηγές» ή URL), αν δεν δημιουργήθηκε από το/τη φοιτητή/τρια) …[αρ. σελ.].

Εικόνα 1.2 Περιγραφή σχήματος/εικόνας (με παραπομπή στην πηγή του (α/α στις «Αναφορές-Πηγές» ή URL), αν δεν δημιουργήθηκε από το/τη φοιτητή/τρια) …[αρ. σελ.]

……

*{Ειδικότερα για την περίπτωση ενός συγκεκριμένου σχήματος/εικόνας που έχει ληφθεί από μία πηγή με αύξοντα αριθμό π.χ. [35] στις «Αναφορές-Πηγές» (τελευταία ενότητα της ΔΕ), και μέσα στην πηγή εκείνη το συγκεκριμένο σχήμα/εικόνα εμφανίζεται με αύξοντα αριθμό π.χ. Σχήμα/Εικόνα 7.13, η παραπομπή στην πηγή αυτή στο τέλος της λεζάντας του Σχήματος/Εικόνας γράφεται ως «... [35, σχ. 7.13]...».}*

# Κατάλογος Συντομογραφιών

|  |  |
| --- | --- |
| APA | American Psychological Association |
| ΙΕΕΕ: | The Institute for Electrical and Electronics Engineers |
| …… | …… |

# Κατάλογος Ειδικών/Τεχνικών Όρων

|  |  |
| --- | --- |
| Μοντελοποίηση Θέματος (Topic Modeling) | μέθοδος αλγοριθμικής επεξεργασίας δεδομένων τύπου κειμένου, για αυτοματοποιημένη εξαγωγή της θεματολογίας ενός ή περισσοτέρων κειμένων |
| Σάκος Λέξεων (Bag of Words) | μέθοδος εξαγωγής χαρακτηριστικών από δεδομένα τύπου κειμένου, με βάση τη συχνότητα εμφάνισης κάθε λέξης και ανεξάρτητα από τη σχετική θέση τους στη δομή του λόγου |
| …. | …. |

# Κατάλογος Συμβόλων / Παραμέτρων

g: επιτάχυνση της βαρύτητας [m/s2]

i(t): ένταση ηλεκτρικού ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο [A]

t: χρόνος [s]

……

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μία γενική εισαγωγή στο θέμα της Διπλωματικής Εργασίας (ΔΕ). Η εισαγωγή αναφέρεται κατ’ αρχάς στο αντικείμενο της ΔΕ, οριοθετώντας το όσο καλύτερα είναι δυνατόν, αλλά χωρίς ιδιαίτερες λεπτομέρειες. Εκτίθεται ο βασικός προβληματισμός ή οι εξελίξεις ή οι συνθήκες που οδήγησαν στην εκπόνηση της παρούσας ΔΕ. Αναφέρονται εν συντομία τα κενά ή μειονεκτήματα που έχουν εντοπιστεί στις υπάρχουσες μεθόδους προτάσεις / προσεγγίσεις / λύσεις και η ανάγκη βελτίωσής τους και σκιαγραφείται η προσέγγιση που θα υιοθετήσει η παρούσα ΔΕ. Η συλλογιστική αυτή πρέπει να τεκμηριώνεται με αναφορά σε πηγές. Περιγράφεται η συνεισφορά της ΔΕ και τα σημεία καινοτομίας της. Στο τελευταίο μέρος της Εισαγωγής περιγράφεται η διάρθρωση της εργασίας σε Κεφάλαια και δίνεται πολύ συνοπτικά το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου. Η συγγραφή της Εισαγωγής συνιστάται να ολοκληρώνεται μαζί με την ολοκλήρωση του κυρίου μέρους της ΔΕ.

## Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Γίνεται ο προσδιορισμός του κυρίου θέματος / προβλήματος της ΔΕ, με αναφορά στους λόγους για τους οποίους έχει ενδιαφέρον / είναι σημαντικό και επίκαιρο το θέμα.

## Σκοπός και στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας

Περιγράφεται ποιος είναι ο γενικός σκοπός και ποιοι είναι οι επιμέρους στόχοι της ΔΕ που εξειδικεύουν το γενικό σκοπό της, περαιτέρω αναλυόμενοι σε επιμέρους ερωτήματα προς διερεύνηση.

## Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας

Περιγράφεται η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για την αντιμετώπιση των προβλημάτων και επίτευξη των στόχων. Αναφέρεται π.χ. αν πρόκειται για θεωρητική ανάλυση, σχεδιασμό ή/και κατασκευή πρωτοτύπου, ανάπτυξη εφαρμογής λογισμικού, πειραματική επιβεβαίωση, μετρήσεις, προσομοίωση συστήματος, τεχνικο-οικονομική ανάλυση, πειράματα με κοινό/υποκείμενα, κ.α. Επίσης εδώ αναφέρονται και τα κυριότερα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν (εξοπλισμός, υλικό/λογισμικό Η/Υ, ψηφιακές πλατφόρμες, πακέτα στατιστικής ανάλυσης, σχεδιαστικά πακέτα, κ.α.)

## Συνεισφορά και Καινοτομία της Διπλωματικής Εργασίας

Εδώ αναφέρεται τι αναμένεται να συνεισφέρει η συγκεκριμένη ΔΕ και ποιους αναμένεται να ωφελήσουν τα αποτελέσματα μίας τέτοιας ΔΕ. Περιγράφεται επί της ουσίας η συμβολή της ΔΕ σε νέα γνώση και επισημαίνεται ποια στοιχεία της ΔΕ είναι καινοτομικά / πρωτότυπα.

## Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Περιγράφεται σύντομα η δομή της διπλωματικής εργασίας (οργάνωση σε κεφάλαια και υποκεφάλαια), με σύντομη περιγραφή κάθε κεφαλαίου. Ενδεχομένως μπορεί να αποτυπωθεί η δομή αυτή και μέσω σχήματος.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο : Επισκόπηση του πεδίου, προσδιορισμός του προβλήματος και διεθνής εμπειρία

Στο δεύτερο κεφάλαιο τίθεται το θεωρητικό πλαίσιο μέσα στο οποίο θα αναπτυχθεί η ΔΕ. Ορίζονται οι κυριότερες έννοιες και όροι, αποσαφηνίζονται λεπτές έννοιες ή αποχρώσεις και αναφέρονται οι εισηγητές ή εφευρέτες τους. Γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση του πεδίου σε επίπεδο εθνικό και διεθνές, έτσι ώστε να καλύπτονται και να φωτίζονται όλες οι πτυχές του θέματος που ερευνάται. Δίνεται η χρονική / ιστορική διάσταση της εξέλιξης του θέματος καθώς και η χωρική διάσταση, εφόσον υπάρχουν και παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Αναφέρονται οι σχετικότερες υπάρχουσες έρευνες και συνοπτικά τα αποτελέσματά τους (state-of-the-art). Εντοπίζονται ενδεχόμενα κενά ή αντικρουόμενες απόψεις ή συμπεράσματα. Τέλος συνοπτικά τοποθετείται η παρούσα εργασία στο πλαίσιο αυτό, αναφέροντας τι στοχεύει να συμπληρώσει / βελτιώσει / ενισχύσει / αποδείξει / συνθέσει σε σχέση με το υπό διερεύνηση θέμα. Η συνθετική παρουσίαση των βιβλιογραφικών ευρημάτων και η υιοθέτηση μίας κριτικής στάσης απέναντι σ’ αυτά είναι σημαντικές. Σ’ αυτό το σημείο μπορεί να βοηθήσουν συστηματικές τεχνικές βιβλιογραφικής επισκόπησης, όπως η PRISMA 2020 [1-2].

Κατά τη συγγραφή του κεφαλαίου αυτού θα πρέπει:

• να προσδιορίζεται η ουσία του προβλήματος της ΔΕ,

• να αξιοποιείται και να αναφέρεται μόνο η σχετική βιβλιογραφία, θεωρία, πηγές, μέθοδοι και μεθοδολογία,

• να αποφεύγεται η εκτενής περιγραφική πληροφορία, η οποία μπορεί να βρεθεί εύκολα σε αναφορές ή είναι ευρέως γνωστή,

• να χρησιμοποιούνται θεωρητικά και πρακτικά παραδείγματα και υποδείγματα για την τεκμηρίωση των θέσεων. Τα χρησιμοποιούμενα παραδείγματα θα πρέπει να επιβεβαιώνουν τις διατυπωμένες απόψεις,

• να αποφεύγονται οι επαναλήψεις και ο πλατειασμός,

• να παρουσιάζονται τα δεδομένα της επισκόπησης με συγκριτική και κριτική λογική,

• να συνδέονται τα ευρήματα της επισκόπησης με τις επιλογές και τα επόμενα βήματα της εργασίας.

## Υποενότητα

Κείμενο

## Υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

## Υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

…….

…….

…….

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο : Μεθοδολογία και Εργαλεία

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί στη διερεύνηση του θέματος. Περιγράφεται η γενική μεθοδολογική προσέγγιση που θα υιοθετηθεί (αναλυτική, εμπειρική, πειραματική, κλπ.) και οι συγκεκριμένες μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία (π.χ. αναλυτικές μέθοδοι, ευρετικές μέθοδοι, αλγόριθμοι κλπ.). Ορίζεται ο χαρακτήρας της έρευνας (ποιοτική / ποσοτική, πεδίου, θεωρητική / πειραματική, δράσης, κλπ.), περιγράφονται τα επιμέρους εργαλεία της (ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, βιντεοσκοπήσεις, πρωτόκολλο παρατήρησης, προσομοίωση, κλπ.) και δικαιολογείται η επιλογή τους.

* Αν χρησιμοποιείται δείγμα πληθυσμού, είναι σημαντικό να δίνονται όλα τα χαρακτηριστικά του και να καταγράφονται ενδεχόμενες ιδιαιτερότητες.
* Αν χρησιμοποιούνται τεχνικά μέσα για τη συλλογή δεδομένων, είναι σημαντικό να δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (π.χ. όργανα μέτρησης, αισθητήρια, λογισμικά, κλπ.)
* Αν τέλος τίθενται θέματα ηθικής και δεοντολογίας, όπως ασφάλειας, προσωπικών δεδομένων, κ.α., αυτά πρέπει να αναλύονται διεξοδικά και όχι επιφανειακά.

Αναφέρονται αναλυτικά όλα τα βήματα της κάθε μεθόδου που ακολουθήθηκε, όπως ενδεικτικά: αποφάσεις που ελήφθησαν, αποκλεισμός ή ενσωμάτωση μεθοδολογικών προσεγγίσεων, χρονικά πλαίσια στα οποία υλοποιήθηκε το εμπειρικό/πρακτικό/εργαστηριακό μέρος, ποσοτικοί δείκτες που υιοθετήθηκαν ή δημιουργήθηκαν για μετρήσεις, συνθήκες πειραμάτων, παράμετροι, περιβάλλον, κ.λπ.

Στη μεθοδολογία πρέπει να παρουσιάζονται επίσης πληροφορίες για (α) τις πηγές των στοιχείων και δεδομένων και (β) τα ειδικά εργαλεία, εξοπλισμό ή πακέτα λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν. Αυτό θα επιτρέψει την επαναληψιμότητα των πειραμάτων και τη δυνατότητα επαλήθευσης των αποτελεσμάτων της εργασίας από τον ενδιαφερόμενο αναγνώστη.

## Υποενότητα

Κείμενο

## Υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

## Υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

### Υπο-υποενότητα

Κείμενο.

…….

…….

…….

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : Τεχνικό Μέρος: Ανάλυση του προβλήματος και σύνθεση λύσης

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί τον πυρήνα της συνεισφοράς του/της φοιτητή/τριας στην επίλυση του προβλήματος που έχει τεθεί ως στόχος της ΔΕ. Λόγω της σημασίας και του όγκου του υλικού, μπορεί να χρειαστεί να χωριστεί σε περισσότερα από ένα κεφάλαια, π.χ.

* Κεφάλαιο 4 «Ανάλυση του προβλήματος και σχεδίαση λύσης/εναλλακτικών λύσεων»,
* Κεφάλαιο 5 «Αξιολόγηση λύσης/συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων»,
* Κεφάλαιο 6 «Ανάλυση δεδομένων αξιολόγησης και αποτελέσματα»,
* κ.ο.κ.

Περιλαμβάνει την ανάλυση του προβλήματος σε επιμέρους ερωτήματα ή στάδια ή υποθέσεις προς έλεγχο, τις προδιαγραφές των αποδεκτών λύσεων καθενός, τη σχεδίαση και υλοποίηση των επιμέρους λύσεων και τελικά τη σύνθεση της συνολικής λύσης στο αρχικό πρόβλημα.

Η περιγραφή της λύσης μπορεί να γίνεται σε επίπεδο πρότασης (νέας) μεθόδου ή εργαλείου, συνδυασμό υπαρχουσών λύσεων για ένα νέο πρόβλημα, σχεδίαση σε επίπεδο συστήματος ή/και υποσυστημάτων ή/και διατάξεων, προσομοίωση, ανάπτυξη / κατασκευή, ολοκλήρωση και λειτουργικό έλεγχο πρωτοτύπου, ανάπτυξη κώδικα ή εφαρμογής λογισμικού.

Η προτεινόμενη λύση, μέθοδος, προσέγγιση, αλγόριθμος ή άλλη διαδικασία που αντιμετωπίζει ή επιλύει ή καλύπτει το υπό διερεύνηση πρόβλημα περιγράφεται στο κεφάλαιο αυτό, αρχικά σε συνοπτικό επίπεδο και στη συνέχεια σε πλήρως αναλυτικό επίπεδο. Ορίζονται τα κριτήρια που πρέπει να ικανοποιεί, περιγράφονται οι βασικές αποφάσεις του σχεδιασμού της και δίνονται αναλυτικά τα βήματα της σχεδίασης, της ανάπτυξης και της επιβεβαίωσης ορθής λειτουργίας της προτεινόμενης λύσης.

Σημαντικό είναι να περιγραφούν αναλυτικά:

* Η παραγωγή ή σύνθεση ή συγκέντρωση ή εντοπισμός και ανάκτηση των απαραίτητων δεδομένων, τα χαρακτηριστικά τους και ο τρόπος επεξεργασίας και ανάλυσής τους,
* Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας / ανάλυσης, οργανωμένα κατά πειράματα / υποθέσεις / περιπτώσεις και επιμέρους συνθήκες/παραμέτρους, με σχήματα, πίνακες, διαγράμματα, κλπ. εποπτικά μέσα. Τα αποτελέσματα μπορούν να παρουσιάζονται σε ποσοτική μορφή (πίνακες τιμών, καμπύλες, διαγράμματα, κλπ.) ή/και σε ποιοτική μορφή (χαρακτηρισμοί, κλάσεις, κλπ.). Δεδομένα ή λογισμικό ή άλλα επιμέρους στοιχεία που τεκμηριώνουν την αρτιότητα και εγκυρότητα των αποτελεσμάτων είναι σημαντικό να παρατίθενται (συνήθως αυτό γίνεται στα Παραρτήματα). Δίνεται προσοχή στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ώστε να είναι πλήρης και ακριβής (τιμές, μονάδες, άξονες, ανάλυση, κλπ.). Ιδανικά τα στοιχεία που δίνονται θα πρέπει να είναι αρκετά, ώστε ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης / ερευνητής να μπορεί να αναπαράγει το πείραμα / εφαρμογή από αυτά.
* Σχολιασμός και προσπάθεια ερμηνείας των αποτελεσμάτων σε συσχέτιση με το διερευνώμενο πρόβλημα, αλλά και σε σύγκριση με γνωστά αποτελέσματα άλλων λύσεων στο ίδιο πρόβλημα (από τη βιβλιογραφία). Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα ή τα ευρήματα αναλύονται, σχολιάζονται, κρίνονται και αποτιμώνται. Τονίζονται τα ενδιαφέροντα ή πρωτότυπα σημεία και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που ήταν ή δεν ήταν αναμενόμενα. Επίσης συγκρίνονται αν είναι δυνατό με αντίστοιχα αποτελέσματα άλλων υπαρχουσών ερευνών πάνω στο ίδιο ή ανάλογο αντικείμενο και σχολιάζονται συμπτώσεις και διαφορές. Τέλος επιχειρείται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε πιο γενικό και αφηρημένο επίπεδο, με στόχο την αποτίμηση της συνεισφοράς τους στην ουσία του υπό διερεύνηση θέματος.

Ακολουθούν διαφορετικά **παραδείγματα** για τη συγγραφή του Κεφαλαίου 4 (ή περισσότερων Κεφαλαίων, εφόσον κρίνεται καλύτερο), **το καθένα για διαφορετικό τύπο ΔΕ**. Τονίζεται ότι καθένα από τα επόμενα 3 παραδείγματα μπορεί να αξιοποιηθεί σε οποιαδήποτε ΔΕ, ανεξάρτητα από το θέμα της, είτε αυτή ανήκει στο χώρο της Ενέργειας, είτε των Επικοινωνιών και Δικτύων, είτε της Ηλεκτρονικής και των Υπολογιστικών Συστημάτων. Επιπλέον, τα παραδείγματα αυτά δεν είναι ούτε υποχρεωτικά, ούτε και αποκλειστικά, ενώ το αντικείμενο που πραγματεύονται είναι καθαρά υποθετικό και πάντως όχι χαρακτηριστικό του επιπέδου που απαιτείται να έχει μία ΔΕ. Τα παραδείγματα έχουν στόχο να βοηθήσουν τον/την κάθε φοιτητή/τρια να συγγράψει το αντίστοιχο κεφάλαιο της δικής του/της ΔΕ με τον καλύτερο τρόπο. Η καθοδήγηση σε κάθε συγκεκριμένη ΔΕ γίνεται από το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ.

## Παράδειγμα 1ο: Μελέτη μέσω Προσομοίωσης

Η ενδεικτική δομή του κεφαλαίου αυτού ή γενικότερα της ενότητας αυτής (καθώς μπορεί να διαχωριστεί σε περισσότερα κεφάλαια) είναι η εξής:

* Στα προηγούμενα Κεφάλαια 1, 2 και 3, έχει ήδη δοθεί η γενική μορφή προβλήματος και η μεθοδολογία επίλυσης. Αναφέρεται ενδεικτικά το εξής παράδειγμα: «*Στην παρούσα διπλωματική εργασία πρόκειται να μελετηθεί και να δοθεί η πλήρης αναλυτική λύση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης με άγνωστη μεταβλητή x:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.1) |

*στο σύνολο των πραγματικών αριθμών. Ως δεδομένα δίνονται οι σταθερές a, b, c.*»

Δηλαδή ουσιαστικά έχει οριοθετηθεί το πρόβλημα και ο τρόπος επίλυσής του, διότι θα ήταν διαφορετικό πρόβλημα η επίλυση πολυωνυμικής εξίσωσης ν-ιοστου βαθμού ή η χρήση αριθμητικής ανάλυσης για την επίλυση της εξίσωσης (4.1).

* Το παρόν Κεφάλαιο ξεκινά με την μαθηματική επίλυση του προβλήματος ή/και η περιγραφή του υπολογιστικού εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί. Για το ανωτέρω παράδειγμα μπορεί να γραφτεί: «*Κατά τα γνωστά αρχικά υπολογίζεται η διακρινούσα Δ, εφόσον α≠0, δηλαδή:*

|  |  |
| --- | --- |
| για *α≠0* | (4.2) |

*Στη συνέχεια διακρίνονται τρεις περιπτώσεις ανάλογα με το αν η διακρινούσα είναι θετική, μηδενική ή αρνητική, δηλαδή:*

*Αν* Δ>0, *τότε υπάρχουν δύο ρίζες:*

|  |  |
| --- | --- |
| και | (4.3) |

*Αν* Δ=0, *τότε υπάρχει μία διπλή ρίζα:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.4) |

*Αν* Δ<0, *τότε η λύση είναι αδύνατη στο σύνολο των πραγματικών αριθμών. Στην πραγματικότητα υπάρχει λύση στο επίπεδο των μιγαδικών αριθμών:*

|  |  |
| --- | --- |
| και | (4.5) |

*Αν* *α*=0, *τότε η δευτεροβάθμια μεταπίπτει σε πρωτοβάθμια. Σ’ αυτήν την περίπτωση η λύση είναι ίση με:*

|  |  |
| --- | --- |
| *εφόσον b≠0* | (4.6) |

*Αν* *b*=0, *τότε η πρωτοβάθμια εξίσωση είναι αόριστη, εφόσον c=0, διαφορετικά είναι αδύνατη.*»

Δηλαδή εδώ δίνεται η πλήρης περιγραφή του μαθηματικού υποβάθρου, ώστε ο αναγνώστης να μην έχει κάποια απορία που να χρειάζεται να τρέξει σε άλλα εγχειρίδια. Ενδεχομένως αυτό το τμήμα μπορεί να έχει διατυπωθεί σε προηγούμενη ενότητα και χρειάζεται να δοθεί προσοχή να μην υπάρχει επανάληψη στοιχείων ή να είναι όσο το δυνατό περιορισμένη στα αναγκαία στοιχεία. Αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κάποιο υπολογιστικό πάκετο, γίνεται η αντίστοιχη περιγραφή του μαθηματικού υποβάθρου και του λογισμικού, π.χ. στην περίπτωση χρήσης πεπερασμένων στοιχείων κτλ.

* Ακολούθως υλοποιείται η ανάπτυξη κώδικα σε κατάλληλο υπολογιστικό περιβάλλον ή η χρήση του υπολογιστικού πακέτου προσομοίωσης. Σ’ αυτό το σημείο μπορεί να δοθεί περιγραφικά ή σχηματικά ο αντίστοιχος αλγόριθμος και ακολούθως ο αντίστοιχος κώδικας. Για το ανωτέρω παράδειγμα μπορεί να γραφτεί: «*Ο αλγόριθμος για την επίλυση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών παρουσιάζεται στο σχήμα 4.1.*»

|  |
| --- |
|  |
| **Σχήμα 4.1**: Ενδεικτικό παράδειγμα δομής αλγορίθμου (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών) |

«*Ο αντίστοιχος κώδικας έχει αναπτυχθεί στο προγραμματιστικό πακέτο MATLAB έκδοση R2014b και παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2.*»

|  |
| --- |
| % program for solution of second order equation  % date 20-02-2025 – D.Kandris, M. Rangousi, G. Tsekouras  clear;  clc;  disp('This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0');  a=input('Give me the constant parameter a and press enter: ');  b=input('Give me the constant parameter b and press enter: ');  c=input('Give me the constant parameter c and press enter: ');  if (a~=0) % case of second order equation  Delta=(b^2)-4\*a\*c;  if (Delta>0)  x1=(-b+(Delta^0.5))/(2\*a);  x2=(-b-(Delta^0.5))/(2\*a);  disp(['The equation has two solutions in real numbers (1): ',num2str(x1),' and (2) ',num2str(x2)]);  elseif (Delta==0)  x=-b/(2\*a);  disp(['The equation has one double solution in real numbers: ',num2str(x)]);  else  disp(['The equation has no solutions in real numbers']);  end;  else % case of first order equation  if (b~=0)  x=-c/b;  disp(['It is first order equation and has one solution: ',num2str(x)]);  elseif ((b==0)&(c==0))  disp(['It is a first-order equation with infinite solutions in the set of real numbers']);  else  disp(['It is a first-order equation with no solutions']);  end;  end; |
| **Σχήμα 4.2**: Ενδεικτικό παράδειγμα ανάπτυξης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών) |

Ο αντίστοιχος κώδικας μπορεί να παρουσιαστεί και σε παράρτημα ανάλογα με την έκταση.

* Ακολουθεί η εκτέλεση βασικών σεναρίων, ώστε να παρουσιαστεί η λειτουργία του αντίστοιχου κώδικα. Για το ανωτέρω παράδειγμα μπορεί να γραφτεί: «*Ο αλγόριθμος για την επίλυση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης εκτελείται για διάφορες περιπτώσεις προς επιβεβαίωση όλων των επιμέρους σεναρίων που προκύπτουν από το σχήμα 4.1. Ειδικότερα επιλύονται διαδοχικά οι εξής περιπτώσεις:*
* *Δευτεροβάθμια εξίσωση με θετική διακρίνουσα:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.7) |

*Της οποίας οι λύσεις είναι δύο, 3,414 και 0,5858 όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.3 και μπορεί να επιβεβαιωθεί με αναλυτικές πράξεις.*

|  |
| --- |
| This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0  Give me the constant parameter a and press enter: 1  Give me the constant parameter b and press enter: -4  Give me the constant parameter c and press enter: 2  The equation has two solutions in real numbers (1): 3.4142 and (2) 0.58579  >> |
| **Σχήμα 4.3**: Ενδεικτικό παράδειγμα εκτέλεσης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB-περιβάλλον command window (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών για την εξίσωση (4.7)) |

* *Δευτεροβάθμια εξίσωση με μηδενική διακρίνουσα:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.8) |

*Της οποίας η λύση είναι μία διπλή, το 2, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.4 και μπορεί να επιβεβαιωθεί με αναλυτικές πράξεις.*

|  |
| --- |
| This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0  Give me the constant parameter a and press enter: 1  Give me the constant parameter b and press enter: -4  Give me the constant parameter c and press enter: 4  The equation has one double solution in real numbers: 2  >> |
| **Σχήμα 4.4**: Ενδεικτικό παράδειγμα εκτέλεσης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB-περιβάλλον command window (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών για την εξίσωση (4.8)) |

* *Δευτεροβάθμια εξίσωση με αρνητική διακρίνουσα:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.9) |

*Η οποία δεν έχει λύση, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.5 και μπορεί να επιβεβαιωθεί με αναλυτικές πράξεις.*

|  |
| --- |
| This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0  Give me the constant parameter a and press enter: 1  Give me the constant parameter b and press enter: -4  Give me the constant parameter c and press enter: 5  The equation has no solutions in real numbers  >> |
| **Σχήμα 4.5**: Ενδεικτικό παράδειγμα εκτέλεσης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB-περιβάλλον command window (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών για την εξίσωση (4.9)) |

* *Δευτεροβάθμια εξίσωση που μεταπίπτει σε πρωτοβάθμια:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.10) |

*Της οποίας η λύση είναι το 1,25, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.6 και μπορεί να επιβεβαιωθεί με αναλυτικές πράξεις εύκολα.*

|  |
| --- |
| This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0  Give me the constant parameter a and press enter: 0  Give me the constant parameter b and press enter: -4  Give me the constant parameter c and press enter: 5  It is first order equation and has one solution: 1.25  >> |
| **Σχήμα 4.6**: Ενδεικτικό παράδειγμα εκτέλεσης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB-περιβάλλον command window (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών για την εξίσωση (4.10)) |

* *Δευτεροβάθμια εξίσωση που μεταπίπτει σε αδύνατη πρωτοβάθμια:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.11) |

*όπως άλλωστε φαίνεται και στο σχήμα 4.7.*

|  |
| --- |
| This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0  Give me the constant parameter a and press enter: 0  Give me the constant parameter b and press enter: 0  Give me the constant parameter c and press enter: 5  It is a first-order equation with no solutions  >> |
| **Σχήμα 4.7**: Ενδεικτικό παράδειγμα εκτέλεσης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB-περιβάλλον command window (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών για την εξίσωση (4.11)) |

* *Δευτεροβάθμια εξίσωση που μεταπίπτει σε αόριστη πρωτοβάθμια:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.12) |

*όπως άλλωστε φαίνεται και στο σχήμα 4.8.*»

|  |
| --- |
| This program calculates the solution of the second order polynomial equation a\*(x^2)+b\*x+c=0  Give me the constant parameter a and press enter: 0  Give me the constant parameter b and press enter: 0  Give me the constant parameter c and press enter: 0  It is a first-order equation with infinite solutions in the set of real numbers  >> |
| **Σχήμα 4.8**: Ενδεικτικό παράδειγμα εκτέλεσης κώδικα αλγορίθμου σε προγραμματιστικό πακέτο MATLAB-περιβάλλον command window (η περίπτωση επίλυσης δευτεροβάθμιας εξίσωσης στο σύνολο των πραγματικών αριθμών για την εξίσωση (4.12)) |

Η έκταση και το πλήθος των βασικών σεναρίων καθορίζονται με τη βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή. Με τα βασικά σενάρια ελέγχεται ότι ο αλγόριθμος εκτελείται ομαλά σε όλες τις περιπτώσεις.

* Αφού υλοποιηθούν τα βασικά σενάρια της προσομοίωσης, μπορεί να πραγματοποιηθεί μία σειρά από άλλες εκτελέσεις στα πλαίσια ανάλυσης ευαισθησίας, βελτιστοποίησης παραμέτρων απόδοσης του συστήματος υπό μελέτη κ.α. Εδώ η βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή είναι κρίσιμη. Εναλλακτικά ή προσθετικά τα αποτελέσματα συγκρίνονται με άλλες μεθοδολογίες που μπορούν να αναπτυχθούν στα πλαίσια της ΔΕ ή υπάρχουν σε βιβλιογραφία.
* Συγχρόνως καταγράφονται οι περιορισμοί, οι αδυναμίες και οι δυνατότητες μελλοντικής βελτίωσης που προκύπτουν από την επίλυση με την προτεινόμενη μεθοδολογία και συνοψίζονται τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Στο παράδειγμα που παρουσιάστηκε μπορεί κάποιος να αναφέρει: *Ο υπάρχων αλγόριθμος για την επίλυση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης περιορίζεται στο σύνολο των πραγματικών αριθμών. Επίσης δεν μπορεί να δώσει λύση πέρα από εξισώσεις πρώτου ή δευτέρου βαθμού. Σε μελλοντικά βήματα θα μπορούσε να επεκταθεί σχετικά εύκολα στο πεδίο των μιγαδικών αριθμών. Για τη γενική όμως επίλυση πολυωνυμικής εξίσωσης βαθμού ανώτερου του δύο χρειάζεται να αξιοποιηθούν μέθοδοι αριθμητικής ανάλυσης.*»
* Ενδεχομένως, ανάλογα με το πρόβλημα μπορεί να υπάρχει και μία συγκριτική μελέτη μεταξύ διαφόρων μεθόδων.

## Παράδειγμα 2ο: Σχεδίαση και ανάπτυξη πρωτοτύπου

Η ενδεικτική δομή του κεφαλαίου αυτού ή γενικότερα της ενότητας αυτής (καθώς, όπως προαναφέρθηκε, ενδέχεται να διαχωριστεί και σε περισσότερα κεφάλαια) αποτυπώνεται στον ακόλουθο πίνακα στον οποίο εμφανίζονται στα μεν κελιά της αριστερής στήλης τα προτεινόμενα περιεχόμενα της ΔΕ, στα δε αντίστοιχα κελιά της δεξιάς στήλης συνοπτικά αποσπάσματα από εκπονηθείσα ΔΕ, που έχει επιλεγεί ως αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εφαρμογής.

|  |  |
| --- | --- |
| **Παράδειγμα 2ο: Σχεδίαση και ανάπτυξη πρωτοτύπου** | **Παράδειγμα Αναφοράς:** *«Σχεδίαση και ανάπτυξη ρομποτικού οχήματος για χαρτογράφηση χώρων μέσω μηχανικής μάθησης».* |
| Μεταξύ άλλων, στα προηγούμενα Κεφάλαια 1, 2, 3 ο αναγνώστης πρέπει να έχει κατανοήσει το υπό μελέτη πρόβλημα, και τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίλυσή του. | «…*Η διπλωματική εργασία καταγράφει το ερευνητικό έργο που πραγματοποιήθηκε για τη σχεδίαση, την ανάπτυξη και τον προγραμματιζόμενο έλεγχο ενός νέου ρομποτικού οχήματος το οποίο έχει τη δυνατότητα να κάνει χαρτογράφηση χώρων, αναλύοντας μέσω μηχανικής μάθησης δεδομένα τα οποία συλλέγει από το περιβάλλον του*.»…  «…*Το ρομποτικό όχημα μέσω κατάλληλων αισθητήρων συλλέγει δεδομένα σχετικά με παραμέτρους όπως: θερμοκρασία περιβάλλοντος, ατμοσφαιρική πίεση, υγρασία, σύσταση ατμοσφαιρικού αέρα, ένταση φωτός, υπεριώδη ακτινοβολία, υπέρυθρη ακτινοβολία, εντοπισμό θέσης, κίνηση, πλοήγηση, οπτική παρακολούθηση.»…*  «…*Αναφορικά με τη μετάδοση δεδομένων, όλοι οι αισθητήρες συνδέονται σειριακά με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας του ρομπότ, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλο επικοινωνίας I2C. Επίσης χρησιμοποιούνται JSON για τη βασισμένη σε κείμενο αναπαράσταση δομημένων δεδομένων ώστε να διασφαλίζεται η ακρίβεια κατά την ζωντανή ροή δεδομένων, WebSocket ως πρωτόκολλο πλήρους αμφίδρομης επικοινωνίας υπολογιστή, Redis-Server ως διακομιστής μεταφοράς των δεδομένων στον ελεγκτή του ρομπότ, και διαδικτυακή εφαρμογή Web Application Software στην οποία απεικονίζονται όλα τα αναλυμένα δεδομένα καθώς και η ροή τους σε πραγματικό χρόνο.* …*»*  «…*Τα δεδομένα στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας του ρομπότ ταξινομούνται ως δεδομένα προς επεξεργασία και ως δεδομένα χωρίς επεξεργασία. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για να αναλυθούν ώστε να δώσουν αξιοποιήσιμες πληροφορίες σχετικά με διαδικασίες όπως εντοπισμός θέσης του ρομπότ και χαρτογράφηση, χωρική ανάλυση για την αυτονομία πλοήγησης, και ο εντοπισμός αντικειμένων. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν δεδομένα που προκύπτουν αφενός μεν από μετρήσεις που λαμβάνονται από το περιβάλλον, τα οποία οπτικοποιούνται σε πραγματικό χρόνο αφετέρου δε από τη ζωντανή λήψη εικόνας από τον εκάστοτε χώρο που κινείται το ρομπότ.* …» |
| Στο 4ο κεφάλαιο:   * **Περιγράφεται η αρχιτεκτονική του συστήματος και** **καταγράφονται τα δομικά στοιχεία που το συναποτελούν.** | «*Το κέλυφος του ρομπότ εμπεριέχει τις ακόλουθες βαθμίδες: μονάδα κεντρικού ελέγχου, 2 κινητήρες συνεχούς ρεύματος, 2 τροχούς, γέφυρα αντιστάσεων τύπου Η, μονάδα ασύρματης επικοινωνίας Wi-Fi, ψηφιακή κάμερα, σύστημα ψύξης, επαναφορτιζόμενη μπαταρία, κάρτα μνήμης, και βαθμίδα αισθητήρων περιβάλλοντος που συμπεριλαμβάνει επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων, γυροσκόπιο 3 αξόνων, μαγνητόμετρο 3 αξόνων, αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας και πίεσης αέρα, ορατού φωτός, υπέρυθρης και υπεριώδους ακτινοβολίας. Στο άνω μέρος της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους έχει προσαρτηθεί αισθητήρας ανίχνευσης χώρου και θέσης, στις δε δύο πλευρές του κελύφους από ένας τροχός.»* |
| * **Περιγράφονται τα δομικά στοιχεία του υπό ανάπτυξη συστήματος**, **απεικονίζεται η μορφολογία τους, επεξηγείται το έργο που επιτελούν, αιτιολογείται η επιλογή τους, συνοψίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.** | *«Στη διάταξη του ρομποτικού οχήματος ενσωματώθηκε ως αισθητήρας ανίχνευσης χώρου και θέσης μια βαθμίδα Slamtec RPLIDAR A1 που απεικονίζεται στην Εικόνα 4.1.»*    ***Εικόνα 4.1*** *Αισθητήρας Slamtec RPLIDAR A1 [x]*  *«Πρόκειται για αισθητήρα τεχνολογίας Lidar (Light Detection and Ranging) που παρέχει σε πραγματικό χρόνο τρισδιάστατη απεικόνιση του περιβάλλοντος με υψηλή ανάλυση. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί αρχιτεκτονική SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), η οποία επιτρέπει τον εντοπισμό της θέσης του ρομπότ εντός μιας περιοχής στην οποία κινείται με ταυτόχρονη χαρτογράφηση αυτής της περιοχής. Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα συνοψίζονται στον Πίνακα 4.2.*   |  |  | | --- | --- | | ***Απόσταση εμβέλειας*** | *0.15 ~ 12.00 m* | | ***Ακρίβεια εμβέλειας*** | *1% της πραγματικής απόστασης (≤3 m)*  *2% της πραγματικής απόστασης (3~5 m)*  *2.5% της πραγματικής απόστασης (5~12 m)* | | ***Συχνότητα σάρωσης*** | *5.5 Hz* | | ***Γωνία σάρωσης*** | *360°* | | ***Ανάλυση*** | *≤ 1% της πραγματικής απόστασης (≤12 m)* | | ***Μήκος κύματος*** | *785 nm* | | ***Διασύνδεση επικοινωνίας*** | *UART* | | ***Τροφοδοσία*** | *5 V* | | ***Κατανάλωση*** | *0.5 W* | | ***Ρεύμα λειτουργίας*** | *100 mA* | | ***Θερμοκρασία λειτουργίας*** | *0°C ~ 40°C* |   ***Πίνακας 4.2*** *Τεχνικά χαρακτηριστικά του Slamtec RPLIDAR A1[x]»* |
| * **Παρατίθενται σχηματικά διαγράμματα της δομής του συστήματος.** | *«Η κάτοψη του κελύφους του ρομποτικού οχήματος απεικονίζεται στην Εικόνα 4.2.»*    ***Εικόνα 4.2*** *Κάτοψη του κυρίως σώματος του ρομποτικού οχήματος* |
| * **Παρατίθενται σχηματικά διαγράμματα τμημάτων κατασκευής του συστήματος.** | *«Η κατασκευή του σώματος του ρομπότ έγινε μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης, χρησιμοποιώντας υλικό PLA, επτά ξεχωριστών τμημάτων που είναι τα εξής: το στήριγμα του αισθητήρα ανίχνευσης χώρου και θέσης, το εμπρόσθιο τμήμα του κελύφους, το οπίσθιο τμήμα του κελύφους, το κάλυμμα του πίσω τμήματος, το κάλυμμα της κάτοψης και οι δύο τροχούς. Όλα τα τμήματα παράχθηκαν μέσω 3D εκτύπωσης. Στους τροχούς προστέθηκαν εξωτερικά ελαστικά.. Η δημιουργία των βασικών σχεδίων έγινε στο λογισμικό Autodesk Fusion 360. Σχέδιο των τμημάτων του ρομποτικού οχήματος προς τρισδιάστατη εκτύπωση απεικονίζεται στην Εικόνα 4.3.»*    ***Εικόνα 4.3*** *Σχέδιο των τμημάτων του ρομποτικού οχήματος προς 3D εκτύπωση* |
| * **Παρουσιάζεται η εξελικτική πορεία της ανάπτυξης του συστήματος.** | *«Μετά την ολοκλήρωση της τρισδιάστατης εκτύπωσης του σώματος του ρομποτικού οχήματος, ξεκίνησε η διαδικασία της σταδιακής συναρμολόγησης του ρομπότ. Στην Εικόνα 4.4 απεικονίζονται τα τμήματα του ρομποτικού συστήματος πριν τη διασύνδεσή τους.»*    ***Εικόνα 4.4*** *Τα τμήματα του ρομποτικού οχήματος πριν την έναρξη της διαδικασίας συναρμολόγησης*  *«Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η σταδιακή μεταφορά και διασύνδεση των επιμέρους εξαρτημάτων στις προεπιλεγμένες θέσεις στο εκτυπωμένο κέλυφος του ρομπότ. Στις Εικόνες 4.5-4.10 απεικονίζεται η εξελικτική πορεία αυτής της διαδικασίας.»*    ***Εικόνα 4.5*** *Διασύνδεση της βαθμίδας αισθητήρων περιβάλλοντος*    ***Εικόνα 4.6*** *Απεικόνιση της διασύνδεσης της μονάδας κεντρικού ελέγχου με τη βαθμίδα αισθητήρων περιβάλλοντος και με το σύστημα ψύξης*    ***Εικόνα 4.7*** *Απεικόνιση της διασύνδεσης της κάμερας στην πρόσοψη του ρομποτικού συστήματος*    ***Εικόνα 4.8*** *Οπίσθια πρόσοψη του κελύφους του ρομποτικού συστήματος*    ***Εικόνα 4.9*** *Απεικόνιση του εσωτερικού του κελύφους του ρομποτικού συστήματος με ολοκληρωμένες τις διασυνδέσεις των εμπεριεχόμενων βαθμίδων*    ***Εικόνα 4.10*** *Απεικόνιση του πλήρως συναρμολογημένου ρομποτικού οχήματος σε κατάσταση λειτουργίας* |
| * **Επεξηγείται το λογισμικό ελέγχου** | *«H διεπαφή χρήστη δημιουργήθηκε υπό τη μορφή διαδικτυακής εφαρμογής με τη χρήση του πλαισίου ανάπτυξης ιστοσελίδων Django, το οποίο παρέχει ένα σύνολο εργαλείων και βιβλιοθηκών που βοηθούν στη δημιουργία backend εφαρμογών ιστού. Στη βάση δεδομένων Django Admin γίνεται η εγγραφή και προσθήκη του χρήστη, δίνοντας τη δυνατότητα για περιορισμούς πρόσβασης με τη χρήση επιπλέον κωδικών ασφαλείας. Ο έλεγχος κίνησης του ρομπότ πραγματοποιείται από την καρτέλα “Drive” όπου βρίσκονται κουμπιά για την επιθυμητή κίνηση μπροστά, πίσω, αριστερά, δεξιά και έλεγχος ταχύτητας. Επίσης προστέθηκε επιλογή για ενεργοποίηση/απενεργοποίηση της αυτόνομης πλοήγησης. Στην καρτέλα “Mapping” γίνεται η τρισδιάστατη ανάλυση των δεδομένων του αισθητήρα LiDAR, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.11.»*    ***Εικόνα 4.11*** *Χωρική ανάλυση των δεδομένων σε τρισδιάστατη απεικόνιση* |
| * **Αξιολογείται η απόδοση του συστήματος.** | *«Ενσωματώνοντας τα εργαλεία CUDA, Tensort και PyTorch καθώς και τα μοντέλα Deep Learning SSD και COCO, γίνεται αναγνώριση αντικειμένων σε ζωντανή ροή μετάδοσης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.12. »*    ***Εικόνα 4.12*** *Στιγμιότυπο αναγνώρισης αντικειμένων σε ζωντανή ροή μετάδοσης* |

## Παράδειγμα 3ο: Ανάλυση σημάτων/συνόλου δεδομένων μέσω αλγορίθμων

Η ενδεικτική δομή του κεφαλαίου αυτού ή γενικότερα της ενότητας αυτής (καθώς, όπως προαναφέρθηκε, ενδέχεται να διαχωριστεί και σε περισσότερα κεφάλαια) δίνεται στη συνέχεια, με το κάθε βήμα συνοδευόμενο από ένα συγκεκριμένο παράδειγμα αντίστοιχου κειμένου εκπονηθείσας ΔΕ για κατηγοριοποίηση δεδομένων φαντασίωσης κίνησης (Motor Imagery, MI), ως εξής:

* Στα προηγούμενα Κεφάλαια 1, 2 και 3, έχει ήδη δοθεί η γενική μορφή προβλήματος, η μεθοδολογία επίλυσης και τα κυριότερα εργαλεία:

«*Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει σε μια συγκριτική αξιολόγηση αρχιτεκτονικών Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (ΑΝΝ) που ανήκουν στην κατηγορία των δικτύων ‘βαθιάς’ μάθησης (Deep Neural Networks, DNN), όπως τa Feedforward Neural Networks (FNN) και τα Recurrent Neural Networks (RNN), με αντικείμενο την αυτόματη κατηγοριοποίηση περιπτώσεων φαντασίωσης κίνησης (Motion Imagery, MI) μέσα σε ηλεκτροεγκεφαλογραφικά σήματα ατόμων με αναπηρίες.»*

*«H μεθοδολογία είναι πειραματική και το βασικό εργαλείο εκτέλεσης της πειραματικής διαδικασίας είναι το περιβάλλον MATLAB©, ακαδημαϊκή άδεια για τη χρήση του οποίου διατίθεται μέσω του ΠΑΔΑ. Εκτός από το βασικό λογισμικό, χρειάζεται να εγκατασταθούν και τα εξής δύο toolboxes για την εκτέλεση του πειράματος: (i) Signal Processing Toolbox, και (ii) Neural Network Toolbox (Deep Learning Toolbox).»*

* Στο παρόν Κεφάλαιο 4, περιγράφεται αρχικά το **πείραμα** που θα εκτελεστεί, το **dataset** πάνω στο οποίο θα εκτελεστεί το πείραμα και η **προεπεξεργασία** που ενδεχομένως απαιτείται πάνω στο dataset, πριν αυτό δοθεί ως είσοδος στον αλγόριθμο:

*«Στο πειραματικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας σχεδιάζεται, εκτελείται και αξιολογείται ένα πείραμα κατηγοριοποίησης σε 2 κλάσεις (binary classification). Το πείραμα εκτελείται πάνω σε ένα υπάρχον και ελεύθερα διαθέσιμο dataset που περιέχει σήματα EEG καταγραμμένα στη διάρκεια προσπαθειών MI από άτομα με αναπηρία. Συγκεκριμένα πρόκειται για το dataset «….» που είναι διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση «….» από την ερευνητική ομάδα «…..». Η περιγραφή των περιεχομένων του έχει γίνει από την ομάδα αυτή στο άρθρο τους «…..». Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του dataset επαναλαμβάνονται εδώ για ευκολία: ….»*

*«Τα δεδομένα είναι σήματα EEG (κυματομορφές, στο πεδίο του χρόνου), προερχόμενα από 118 κανάλια EEG που κατέγραφαν παράλληλα. Για τα δεδομένα του συνόλου εκπαίδευσης (συνεδρίες 1-3), συγχρονισμένα με το κάθε σήμα δίνονται και οι δείκτες (markers) που υποδεικνύουν τα χρονικά σημεία των 210 γεγονότων ΜΙ και των αντίστοιχων σωστών κλάσεων (target classes).»*

*«Η προ-επεξεργασία των σημάτων EEG και η εξαγωγή χαρακτηριστικών τους, με στόχο την προετοιμασία για ταξινόμηση μέσω ΑΝΝ, περιλαμβάνει τα εξής βήματα που εκτελούνται στη συνέχεια: χωρισμός σε τμήματα του σήματος EEG (segmentation), μετασχηματισμός στο πεδίο της συχνότητας (FFT), αναδειγματοληψία (resampling) και τέλος οργάνωση των δεδομένων σε μορφή κατάλληλη για είσοδο στο ΑΝΝ.»*

* Στη συνέχεια περιγράφεται η **οργάνωση** του όλου πειραματικού μέρους, που καλό είναι να συνοδεύεται από επεξηγηματικό σχήμα:

*«Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία εκπαίδευσης και ελέγχου των ΑΝΝ πάνω στο πρόβλημα δυαδικής ταξινόμησης για τα δεδομένα EEG, όπως περιγράφηκε στα προηγούμενα. Τα σήματα EEG παρουσιάζουν προκλήσεις όπως η μεγάλη διάσταση, οι χρονικές εξαρτήσεις και ο προσθετικός θόρυβος. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, εξετάζονται διάφορες αρχιτεκτονικές ΑΝΝ με κριτήριο την τελική επίδοση αλλά και το χρόνο και τους πόρους εκπαίδευσης καθεμίας. Στόχος του πειράματος είναι:*

*1. Να εκπαιδευθούν εναλλακτικά μοντέλα ΑΝΝ με τα χαρακτηριστικά των σημάτων που ετοιμάστηκαν κατά τη φάση της προεπεξεργασίας,*

*2. Να υπολογιστεί η επίδοση κάθε μοντέλου στο πρόβλημα δυαδικής ταξινόμησης, με βάση τις μετρικές που έχουν τεθεί, και*

*3. Να συγκριθούν οι επιδόσεις και οι αναγκαίοι πόροι, ώστε να προκριθεί το καταλληλότερο μοντέλο.*

*Η επίδοση των μοντέλων θα αξιολογηθεί βάση των εξής μετρικών:*

* + - * *ακρίβεια (accuracy),*
      * *ανάκληση (recall) ή ευαισθησία (sensitivity) και*
      * *F1-score (αρμονικός μέσος ακρίβειας και ευαισθησίας).*

*Επιπλέον θα συγκριθεί και η υπολογιστική πολυπλοκότητα του κάθε μοντέλου (χρόνος εκπαίδευσης μετρημένος πάνω στο ίδιο hardware) ώστε να αξιολογηθεί η δυνατότητά τους για χρήση σε εφαρμογές του πραγματικού κόσμου.»*



* Στη συνέχεια περιγράφεται η **εκτέλεση** του κάθε πειράματος, χωριστά για κάθε μοντέλο/υπο-περίπτωση/υπο-πείραμα/, με πλήρη καταγραφή των διαφορετικών παραμέτρων:

«*Η αρχιτεκτονική του FNN που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο πείραμα περιλαμβάνει:*

*➢ Input Layer: Ο αριθμός των νευρώνων που αντιστοιχεί στα EEG στοιχεία για κάθε κανάλι (129).*

*➢ Hidden Layers: Δοκιμάστηκαν πειραματικά FNN αρχιτεκτονικές με διαφορετικά πλήθη hidden layers. Μέσω των πειραμάτων φάνηκε ως καλύτερη η επιλογή των 2 Hidden Layers. Στη συνέχεια διερευνήθηκαν FNN με διαφορετικά πλήθη νευρώνων σε καθένα από τα 2 hidden layers. Συγκεκριμένα δοκιμάστηκαν 8 Χ 2 = 16 συνδυασμοί πλήθους νευρώνων, έστω {Α, Β}, όπου Α = {10, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50} και Β = {2, 4}.*

*➢ Output Layer: Ένας μόνο νευρώνας στο στρώμα εξόδου, αφού πρόκειται για δυαδική ταξινόμηση (δύο κατηγορίες, -1 / +1).*

*➢ Αλγόριθμος ελαχιστοποίησης σφάλματος: Κατά την εκπαίδευση, για την οπισθο-τροφοδότητη του σφάλματος (Backpropagation), χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Levenberg-Marquardt (‘trainlm’ εντός matlab) επειδή είναι ένας από τους πιο γρήγορους και αποδοτικούς αλγορίθμους για dataset μικρού έως μεσαίου μεγέθους.*

*Αφού έχει καθοριστεί η αρχιτεκτονική του FNN ακολουθούν τα εξής βήματα:*

*1. Αρχικοποίηση Δικτύου*

*i. Το ΑΝΝ δημιουργείται χρησιμοποιώντας την εντολή feedforwardnet στην matlab*

*ii. Τα hidden layers διαμορφώνονται δυναμικά χρησιμοποιώντας τις προκαθορισμένες διαμορφώσεις κρυφών επιπέδων*

*2. Φάση Εκπαίδευσης*

*i. Ο αλγόριθμος Levenberg-Marquardt ενημερώνει τα βάρη του δικτύου για να ελαχιστοποιήσει το σφάλμα ταξινόμησης*

*ii. Η διαδικασία σταματά όταν το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) δεν μειώνεται πλέον ή όταν ολοκληρώνεται ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων-εποχών (maximum epochs)*

*3. Φάση Ελέγχου ορθής ταξινόμησης*

*i. Το εκπαιδευμένο δίκτυο προβλέπει την κλάση κάθε δεδομένου εισόδου, τόσο για τα δεδομένα εντός του training set όσο και για τα δεδομένα εντός του test set*

*ii. Οι τιμές εξόδου (προβλέψεις του μοντέλου) υποβάλλονται σε μετεπεξεργασία, αν απαιτείται (π.χ. στρογγυλοποίηση στον πλησιέστερο ακέραιο).*»

* Στη συνέχεια δίνονται τα **αποτελέσματα**, με βάση όλες τις προαποφασισμένες μετρικές επιδόσεων, συνοδευόμενα από πίνακες ή/και διαγράμματα κατά περίπτωση και οπωσδήποτε ακολουθούμενα από τη λεκτική περιγραφή των αποτελεσμάτων, την ερμηνεία και το σχολιασμό τους:

*«Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος, δημιουργήθηκαν οι ακόλουθοι συνοπτικοί πίνακες Χ.1 και Χ.2, για έλεγχο πάνω στο training set και για έλεγχο πάνω στο test set, αντίστοιχα. Παρατίθενται οι τιμές μόνο για τους καλύτερους συνδυασμούς πλήθους νευρώνων στα 2 hidden layers του FNN, από τους 16 συνολικά που διερευνήθηκαν.*

*Πίνακας Χ.1: Συνοπτικές επιδόσεις του FNN με έλεγχο πάνω στο* ***training*** *set (2 καλύτεροι συνδυασμοί πλήθους νευρώνων)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Συνδυασμοί Hidden Layers** | **Precision (%)** | **Recall** (%) | **F1-Score (%)** | **Error Rate (%)** |
| **{25,4}** | 95.33 | 94.93 | 95.13 | 4.85 |
| **{35,4}** | 95.38 | 96.67 | 96.02 | 4.00 |

*Πίνακας Χ.2: Συνοπτικές επιδόσεις του FNN με έλεγχο πάνω στο* ***test*** *set (2 καλύτεροι συνδυασμοί πλήθους νευρώνων).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Συνδυασμοί Hidden Layers** | **Precision (%)** | **Recall** (%) | **F1-Score (%)** | **Error Rate (%)** |
| **{25,4}** | 72.31 | 75.08 | 73.67 | 26.83 |
| **{35,4}** | 71.68 | 79.03 | 75.18 | 26.09 |

*Επιπλέον παρουσιάζονται οι Πίνακες Σύγχυσης Κλάσεων (Confusion Matrices) που δημιουργήθηκαν μέσω matlab:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *Εικόνα X.1: Confusion Matrix για το συνδυασμό {35,4} νευρώνων στο FNN (training set).* | *Εικόνα X.2: Confusion Matrix για το συνδυασμό {35,4} νευρώνων στο FNN (test set).* |

*Από τις ανωτέρω μετρήσεις διαπιστώνεται πως, στους 2 καλύτερους συνδυασμούς πλήθους νευρώνων στα hidden layers του FNΝ, το FNN επιτυγχάνει ακρίβεια περίπου 72-73% ή αντίστοιχα Error Rate της τάξης του 26-27%. Με απλά λόγια το FNN που εκπαιδεύτηκε καταφέρνει να ταξινομεί σωστά 3 στα 4 γεγονότα εισόδου, και να κάνει λάθος το 1 στα 4. Η ερμηνεία αυτού του αποτελέσματος για το FNN είναι ότι δίνει μια ‘τίμια’ αλλά ταυτόχρονα μη βέλτιστη επίδοση.*

* *Error Rate της τάξης του 26-27% σημαίνει ότι το FNN δεν εκπαιδεύθηκε πλήρως ώστε να ανιχνεύει όλα τα μοτίβα μέσα στα δεδομένα του EEG, γι’ αυτό και κάνει αρκετά σημαντικά σφάλματα στην ταξινόμηση. Αυτό αφήνει περιθώριο για βελτίωση μέσω της αλλαγής της αρχιτεκτονικής, των παραμέτρων, του αλγορίθμου εκπαίδευσης, της επαύξησης του dataset ή της βελτιστοποίησης της προ-επεξεργασίας.*
* *Overfitting: Καθώς το precision πάνω στο training set είναι πολύ υψηλότερο από αυτό στο test set, ενδέχεται το μοντέλο να έχει overfitting, αφού το μοντέλο αυτό ‘θυμάται’ καλά τα δεδομένα εκπαίδευσης αλλά αποτυγχάνει να κάνει γενίκευση στα νέα, άγνωστα δεδομένα.*
* *Σύγκριση με άλλα μοντέλα: Με βάση τα ανωτέρω αποτελέσματα, επιβάλλεται να διερευνηθούν και άλλα μοντέλα ANN, και να συγκριθούν οι επιδόσεις τους με τις παρούσες.»*
* Τέλος, αν προβλέπεται σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ μοντέλων/υπο-πειραμάτων/υπο-περιπτώσεων/εναλλακτικών λύσεων, αυτή παρατίθεται με αριθμητικά στοιχεία αλλά και με εικόνες/διαγράμματα, περιγράφεται λεκτικά και σχολιάζεται:

*«Η σύγκριση των επιδόσεων των 4 μοντέλων ΑΝΝ που εξετάστηκαν, παρατίθεται στον επόμενο Πίνακα Χ.3:*

*Πίνακας X.3: Σύγκριση επιδόσεων των 4 μοντέλων ΑΝΝ στο test set.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Τύποι Δικτύων** | **Accuracy (%)** | **Precision (%)** | **Recall (%)** | **F1-Score (%)** |
| **FNN** | 73.91 | 71.68 | 79.03 | 75.18 |
| **RBFNN** | 50.00 | - | - | - |
| **GRNN** | 72.51 | 71.07 | 75.91 | 73.41 |
| **LSTM** | 85.70 | 86.16 | 85.03 | 85.09 |

*H συγκριτική αξιολόγηση των 4 ΑΝΝ στη βάση της ακρίβειας που επιτυγχάνουν στο test set δίνεται γραφικά στην Εικόνα Χ.3. Αυτή είναι και η μέτρηση που ενδιαφέρει στην πράξη, δεδομένου ότι το σύνολο δεδομένων είναι ισοβαρές ως προς τις δύο κλάσεις του.*

**

*Εικόνα Χ.3: Γραφική απεικόνισης της σύγκρισης των 4 μοντέλων ΑΝΝ, ως προς την ακρίβεια (accuracy) στο test set.*

*Συνοψίζοντας αυτά τα ευρήματα διαπιστώνεται πως η χρήση του δικτύου LSTM έδωσε τα κορυφαία αποτελέσματα για ταξινόμηση σημάτων EEG σε εφαρμογές φαντασίωσης κίνησης (MI). Επίσης το FNN και το GRNN είχαν επιδόσεις αποδεκτές μεν, αλλά όχι επαρκώς υψηλές ώστε να αποτελούν αξιόπιστη επιλογή στην πράξη, για την ταξινόμηση τέτοιου είδους δεδομένων. Αντίθετα, το RBFNN ουσιαστικά δεν έδωσε αποτελέσματα καλύτερα από την τυχαία κατηγοριοποίηση των εισόδων σε 2 κλάσεις (50%-50%, π.χ. ρίχνοντας ένα νόμισμα), οπότε αποδείχθηκε εντελώς ακατάλληλο για το συγκεκριμένο πρόβλημα ταξινόμησης.»*

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ (Ν+1)o: Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις Έρευνας

Τα Συμπεράσματα-Μελλοντικές Κατευθύνσεις Έρευνας αποτελούν το τελευταίο αριθμημένο κεφάλαιο του κειμένου και την κατακλείδα της ΔΕ. Είναι συνήθως ένα σχετικά σύντομο κεφάλαιο με έκταση μερικών σελίδων. Εδώ συνοψίζονται ο στόχος, τα βήματα και τα αποτελέσματα της ΔΕ.

## Απαντήσεις στα ερωτήματα της ΔΕ

Διατυπώνονται σαφώς οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα / προβλήματα που είχαν τεθεί αρχικά, όπως αυτές προέκυψαν κατά την επεξεργασία / ανάλυση του θέματος. Τονίζονται τα ισχυρά / σημαντικά / καινοτομικά σημεία των λύσεων που δόθηκαν και καταγράφονται οι περιορισμοί, ατέλειες ή αδυναμίες τους.

## Περιορισμοί της ΔΕ

Καταγράφονται πρακτικά προβλήματα που εμπόδισαν ή διαφοροποίησαν την πορεία της έρευνας, πρακτικοί ή άλλοι περιορισμοί και οι επιπτώσεις τους στην ποιότητα ή την εγκυρότητα ή τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Σχολιάζεται η συνολική πορεία της εργασίας και καταγράφονται τα θέματα δεν μπόρεσαν να καλυφθούν/διερευνηθούν και συνεπώς έμειναν ανοικτά προς περαιτέρω διερεύνηση ή ανάπτυξη.

## Προτάσεις για μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας

Με βάση τις δύο προηγούμενες υποενότητες (δηλαδή τι πέτυχε και τι δεν μπόρεσε να καλύψει η συγκεκριμένη ΔΕ), εδώ προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντικές επεκτάσεις της έρευνας. Συγκεκριμένα, εντοπίζονται διέξοδοι ή προοπτικές που άνοιξε η παρούσα ΔΕ, αλλά δεν ήταν δυνατό να ερευνηθούν / καλυφθούν στο πλαίσιό της, άρα προτείνονται ως μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας. Τέλος εδώ εντάσσονται και προτάσεις ή σχέδια που αφορούν την αποδοτικότερη εκμετάλλευση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

# Αναφορές - Πηγές

1. N. R. Haddaway, M. J. Page, C. C. Pritchard, and L. A. McGuinness, “*PRISMA2020*: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020‐compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis,” *Campbell Systematic Reviews*, vol. 18, no. 2, p. e1230, Jun. 2022, doi: 10.1002/cl2.1230.
2. Y. Xiao and M. Watson, “Guidance on Conducting a Systematic Literature Review,” *Journal of Planning Education and Research*, vol. 39, no. 1, pp. 93–112, Mar. 2019, doi: 10.1177/0739456X17723971.

{*Οι αναφορές θα πρέπει να ακολουθούν ένα από τα παρακάτω 4 πρότυπα :*

1. *APA Sixth Edition*
2. *Chicago 16th Edition*
3. *IEEE 2006*
4. *Harvard Anglia 2008*}

# Παράρτημα Α: Χρήση εργαλείων παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης

Για τη σύνταξη του κειμένου της Διπλωματικής Εργασίας μου, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής εργαλεία παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης (Generative AI):

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

στα εξής τμήματα του κειμένου / εικόνες / σχήματα / διαγράμματα / αποδείξεις / κώδικα:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

τα οποία συνέταξα με βάση τις απαντήσεις των ανωτέρω λογισμικών στις εξής ερωτήσεις μου (prompts):

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Χρειάστηκε να καταφύγω στη λύση αυτή, διότι:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*(Προσθέστε σελίδες εάν χρειάζεται)*

# Παράρτημα Β

……

# Παράρτημα Γ

……