

DAMA501 ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ		
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ	DATA SCIENCE AND MACHINE LEARNING		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ (επίπεδο 7)		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	DAMA501	ΕΞΑΜΗΝΟ	1/3
ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	Linear Algebra and Calculus		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <i>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες φόρτου και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>		ΩΡΕΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
Εβδομαδιαίες ώρες φόρτου: 32-33 ώρες x 13 εβδομάδες		420	15 ECTS
ΤΥΠΟΣ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ <i>Υποχρεωτική/Επιλογής/Κατ' επιλογήν υποχρεωτική</i>	Υποχρεωτική/Επιλογής		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ:	Για την παρακολούθηση της DAMA501 δεν απαιτείται η ταυτόχρονη παρακολούθηση ή ολοκλήρωση άλλης ΘΕ του DAMA.		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	ΑΓΓΛΙΚΗ		
Η ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΝΑΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (URL)	Κάθε ΘΕ έχει τον δικό της χώρο στον ψηφιακό χώρο εκπαίδευσης του ΕΑΠ (http://study.eap.gr , http://courses.eap.gr), με ελεγχόμενη πρόσβαση (χρήση κωδικού) για φοιτητές και διδακτικό προσωπικό.		

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

<p>Μαθησιακά Αποτελέσματα <i>Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα της ΘΕ, οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της ΘΕ.</i> <i>Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης • Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και Παράρτημα Β • Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων
<p>Γνώσεις: Με την επιτυχή ολοκλήρωση της θεματικής ενότητας, οι φοιτήτριες/φοιτητές θα μπορούν:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Να αναγνωρίζουν ότι βασικοί μαθηματικοί πυλώνες για τη μηχανική μάθηση είναι η γραμμική άλγεβρα και ο διανυσματικός λογισμός. - Να συνοψίζουν βασικές έννοιες διανυσματικών χώρων. - Να περιγράφουν την έννοια του μέτρου (norm) ενός διανύσματος και του εσωτερικού γινομένου (inner product). - Να εξηγούν τι είναι ορθοκανονική βάση και να περιγράφουν το ορθογώνιο συμπλήρωμα υποχώρου. - Να ανακαλούν τον ορισμό του ίχνους (trace) και της ορίζουσας (determinant) ενός πίνακα. - Να εξηγούν τις έννοιες των ιδιοτιμών (eigenvalues) και ιδιοδιανυσμάτων (eigenvectors).

- Να περιγράφουν την έννοια της κλίσης (gradient) πολυδιάστατης συνάρτησης και τη γεωμετρική της σημασία.
- Να συνοψίζουν την κλίση πινάκων και τη σημασία της.
- Να συνοψίζουν την έννοια της οπισθοδιάδοσης λάθους (error backpropagation).

Δεξιότητες:

Με την επιτυχή ολοκλήρωση της θεματικής ενότητας, οι φοιτήτριες/φοιτητές θα μπορούν:

- Να εφαρμόζουν βασικά μαθηματικά εργαλεία (linear algebra, calculus) για την ανάλυση και ερμηνεία μοντέλων μηχανικής μάθησης.
- Να επιλέγουν και να εφαρμόζουν κατάλληλες τεχνικές παραγοντοποίησης πινάκων.
- Να χρησιμοποιούν έννοιες διανυσματικών χώρων (ορθογωνιότητα, εσωτερικά γινόμενα, αλλαγή βάσης) για απλοποίηση προβλημάτων Μηχανικής Μάθησης.
- Να αξιολογούν τη σημασία των κλίσεων και της οπισθοδιάδοσης λάθους στη βελτιστοποίηση αλγορίθμων.
- Να χρησιμοποιούν το SageMath για εξερεύνηση μαθηματικών ιδιοτήτων σχετικά με την Μηχανική Μάθηση.

Ικανότητες:

Με την επιτυχή ολοκλήρωση της θεματικής ενότητας, οι φοιτήτριες/φοιτητές θα μπορούν:

- Εκτελούν βασικές πράξεις διάνυσμα-πίνακας — άθροιση, γινόμενο, μεταθετικό, αντίστροφο, ίχνος και ορίζουσα — τόσο αναλυτικά όσο και με χρήση εργαλείων όπως NumPy ή SageMath.
- Υπολογίζουν και ερμηνεύουν μέτρα, εσωτερικά γινόμενα και αποστάσεις σε διανυσματικούς χώρους \mathbb{R}^n , εφαρμόζοντάς τα για την εκτίμηση ομοιότητας και ορθογωνιότητας δεδομένων.
- Λύνουν συστήματα γραμμικών εξισώσεων και εφαρμόζουν παραγοντοποιήσεις πινάκων για μείωση διαστάσεων, αριθμητική σταθερότητα και βελτιστοποίηση.
- Υπολογίζουν ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα.
- Αναπτύσσουν και υλοποιούν αλγορίθμους οπισθοδιάδοσης για απλά τροφοδοτικά νευρωνικά δίκτυα, μεταφέροντας τα αναλυτικά παράγωγα σε κώδικα.
- Εφαρμόζουν αλλαγές βάσης και μετασχηματισμούς συντεταγμένων (ορθοκανονικοί, διαγώνιαση) για απλοποίηση προβλημάτων και ανάδειξη λανθάνουσας δομής δεδομένων.
- Αξιοποιούν περιβάλλοντα υπολογιστικών μαθηματικών (π.χ. SageMath) για πειραματισμό με πεδία διανυσμάτων, οπτικοποίηση επιπέδων ισοδυναμίας και παρακολούθηση τροχιών βελτιστοποίησης, επικυρώνοντας αριθμητικά τα αναλυτικά αποτελέσματα.

Γενικές Ικανότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί η ΘΕ;

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών

Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις

Λήψη αποφάσεων

Αυτόνομη εργασία

Ομαδική εργασία

Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον

Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

Σχεδιασμός και διαχείριση έργων

Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα

Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας

και ευαισθησίας σε θέματα φύλου

Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

Οι γενικές ικανότητες που οι φοιτητές θα αποκτήσουν είναι οι παρακάτω:

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών.
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις.
- Λήψη αποφάσεων.
- Εργασία ανεξάρτητα και ομαδικά.
- Εργασία σε διεθνές και διεπιστημονικό περιβάλλον.
- Σχεδιασμός και διαχείριση έργων.
- Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας.

- Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής.
- Παραγωγή δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

Σκοπός της Ενότητας

Οι φοιτητές θα μάθουν τα βασικά μαθηματικά εργαλεία απαραίτητα για τη Μηχανική Μάθηση (Machine Learning, ML). Αυτά περιλαμβάνουν βασικές έννοιες από τη Γραμμική Άλγεβρα (linear algebra), όπως διανύσματα (vectors), πίνακες (matrices) και τις πράξεις με αυτά. Από τον Λογισμό (calculus), οι φοιτητές θα έρθουν σε επαφή με συναρτήσεις πολλών πραγματικών μεταβλητών και με τις βασικές έννοιες της κλίσης (gradient) και της κατευθυντικής παράγωγου (directional derivative), που εφαρμόζονται στους αλγορίθμους οπισθοδιάδοσης (backpropagation) στη Μηχανική Μάθηση. Συνολικά, ένας φοιτητής χωρίς προηγούμενες γνώσεις σε αυτούς τους μαθηματικούς τομείς θα αποκτήσει το υπόβαθρο για να κατανοήσει τις τεχνικές της Μηχανικής Μάθησης, ενώ όσοι έχουν ήδη μαθηματική προετοιμασία θα μπορούν να εμβαθύνουν περισσότερο στην εφαρμογή των μαθηματικών στη Μηχανική Μάθηση. Η μαθηματική μελέτη θα υποστηρίζεται από υπολογιστικό λογισμικό (computational software) που θα επιτρέπει τόσο αναλυτικές (analytical) όσο και αριθμητικές (numerical) αξιολογήσεις.

Τα κύρια θέματα της ενότητας είναι η Γραμμική Άλγεβρα (Linear Algebra) και ο Λογισμός (Calculus).

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i></p>	<p>- Τρόπος παράδοσης: Εξ αποστάσεως εκπαίδευση με τρεις (3) Ομαδικές Συμβουλευτικές Συναντήσεις (ΟΣΣ) διάρκειας 4 ωρών κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού εξαμήνου, τα Σαββατοκύριακα.</p> <p>- Προσωπική επικοινωνία και ανατροφοδότηση (συμβουλευτικός ρόλος των συνεργαζόμενων διδασκόντων).</p>				
<p>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i></p>	<p>Στις Ομαδικές Συμβουλευτικές Συναντήσεις (ΟΣΣ) ή/και κατά τη διδασκαλία χρησιμοποιούνται:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Εργαλεία απομακρυσμένων συναντήσεων (webex, Teams) - Λογισμικό παρουσίασης (PowerPoint, εκπαιδευτικά βίντεο – animations) - Εξειδικευμένο λογισμικό και βάσεις δεδομένων για τα υπό εκπαίδευση αντικείμενα (π.χ. SageMath κ.ά.) <p>Επιπλέον, οι φοιτητές χρησιμοποιούν εργαλεία αυτοματισμού γραφείου, φυλλομετρητές ιστού (web browsers) και e-reader για ψηφιακά βιβλία.</p> <p>Η επικοινωνία με τους φοιτητές υποστηρίζεται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Την ψηφιακή πλατφόρμα του ΕΑΠ (https://courses.eap.gr/login/index.php / https://study.eap.gr/login/index.php) για πληροφορίες ενότητας, αναρτήσεις εκπαιδευτικού υλικού, ανακοινώσεις, μηνύματα, αποτελέσματα εξετάσεων, ομάδες χρηστών, φόρουμ συζητήσεων κ.ά. - Email και μηνύματα (messaging). 				
<p>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ <i>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι εκπαίδευσης. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="695 1797 1101 1860">Δραστηριότητα</th> <th data-bbox="1109 1797 1351 1860">Φόρτος Εργασίας Έτους</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="695 1860 1101 1898">3 ΟΣΣ (x 4 ώρες)</td> <td data-bbox="1109 1860 1351 1898">12</td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Έτους	3 ΟΣΣ (x 4 ώρες)	12
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Έτους				
3 ΟΣΣ (x 4 ώρες)	12				

βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ. Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS	3 εξαμηνιαίες εργασίες (x 27 ώρες)	81
	Ατομική μελέτη (25 ώρες x 13 εβδομάδες)	325
	Τελικές Εξετάσεις	3
	Σύνολο φόρτου ΘΕ (ώρες)	421
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Εκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.	Αξιολόγηση Φοιτητών – Διαμόρφωση Τελικής Βαθμολογίας α. Τρεις (3) Εργασίες Εξαμήνου (A ₁ , A ₂ , A ₃), η κάθε μία με συντελεστή 10%, συνολικά 30%. Η βαθμολόγηση των εργασιών ενεργοποιείται μόνον εάν ο φοιτητής επιτύχει συνολικό ποσοστό ≥50% στην τελική ή επαναληπτική εξέταση. β. Τελική ή επαναληπτική εξέταση (E) με συντελεστή 70%. Η τελική βαθμολογία της ενότητας υπολογίζεται ως εξής (με μέγιστο βαθμό το 10): Τελική Βαθμολογία = A ₁ ×10% + A ₂ ×10% + A ₃ ×10% + E×70% Γλώσσα αξιολόγησης: Αγγλικά	

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

- Marc Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, and Cheng Soon Ong. Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press, 2020
- Paul Zimmermann, Alexandre Casamayou, Nathann Cohen, Guillaume Connan, Thierry Dumont, Laurent Fousse, François Maltey, Matthias Meulien, Marc Mezzarobba, Clément Pernet, Nicolas M. Thiéry, Erik Bray, John Cremona, Marcelo Forets, Alexandru Ghitza, Hugh Thomas. Computational Mathematics with SageMath. SIAM, 2018

Επιπλέον ψηφιακό (και πολυμεσικό) υλικό θα διατεθεί online.