

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ			
ΤΜΗΜΑ	ΠΜΣ «Εγκέφαλος και Νους»		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	7 (2 ^{ος} κύκλος – Μεταπτυχιακές Σπουδές)		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	HY-588	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Εαρινό
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Ανάλυση και Μοντελοποίηση Δικτύων του Εγκεφάλου		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ 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 διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
Διαλέξεις			
Φροντιστήρια			
Σύνολο	4	6	
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).</i>			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης, γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδικού υποβάθρου		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	E&N-105 Εισαγωγή στις Μοριακές και Κυτταρικές Νευροεπιστήμες E&N-102 Εισαγωγή στις Συστημικές Νευροεπιστήμες I. Αντίληψη E&N-102A Εισαγωγή στις Συστημικές Νευροεπιστήμες II. Κίνηση και Γνωστικές Λειτουργίες E&N-103 Εισαγωγή στις Υπολογιστικές Νευροεπιστήμες E&N-107 Εισαγωγή στην Ψυχολογία και τις Κοινωνικές Νευροεπιστήμες E&N-106 Εισαγωγή στην Φιλοσοφία του Νου E&N 232 Εισαγωγή στην Στατιστική και στον Προγραμματισμό σε Matlab		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Αγγλική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	http://www.csd.uoc.gr/~hy588		

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

<p>Μαθησιακά Αποτελέσματα <i>Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.</i></p> <p><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 το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης • Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β • Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων
<p>1. Γνώση: Έχοντας παρακολουθήσει και επιτύχει στο μάθημα, ο φοιτητής είναι σε θέση να μπορεί να κατανοεί θέματα που αφορούν τον χαρακτηρισμό της αρχιτεκτονικής των δικτύων, και πιο συγκεκριμένα των βιολογικών νευρωνικών δικτύων, της λειτουργικής συνδεσιμότητας του εγκεφάλου, και της νευρωνικής δραστηριότητα.</p>

2. Κατανόηση: Έχοντας παρακολουθήσει και επιτύχει στο μάθημα, ο φοιτητής θα έχει κατανοήσει τις βασικές αρχές της λειτουργίας των νευρώνων, της φυσιολογίας, και των υπολογιστικών νευροεπιστημών.

3. Εφαρμογή: Έχοντας παρακολουθήσει και επιτύχει στο μάθημα, ο φοιτητής είναι σε θέση να εφαρμόσει αλγορίθμους και τεχνικές από τη θεωρία γράφων, την επιστήμη δικτύων και τη μηχανική μάθηση για τον χαρακτηρισμό της συμπεριφοράς των λειτουργικών δικτύων και της νευρωνικής δραστηριότητας.

4. Ανάλυση: Έχοντας παρακολουθήσει και επιτύχει στο μάθημα, ο φοιτητής είναι σε θέση να αναλύσει τα λειτουργικά δίκτυα του εγκεφάλου καθώς και τη δραστηριότητα διαφόρων πληθυσμών νευρώνων (neuronal ensembles) υπό διαφορετικές συνθήκες.

5. Σύνθεση: Έχοντας παρακολουθήσει και επιτύχει στο μάθημα, ο φοιτητής είναι σε θέση να συνδυάσει ιδέες και τεχνικές από τη θεωρία γράφων, επιστήμη δικτύων, και μηχανική μάθηση, καθώς και δεδομένα που συλλέχθηκαν με διαφορετικές μεθόδους απεικόνισης, με σκοπό την αξιολόγηση της δραστηριότητας και της συνδεσιμότητας πληθυσμού νευρώνων υπό διαφορετικές συνθήκες (π.χ., στα πλαίσια νευρολογικών νόσων ή παρουσίας ερεθισμάτων), καθώς και πώς εξελίσσεται η τοπολογία τους στον χρόνο.

6. Αξιολόγηση: Έχοντας παρακολουθήσει και επιτύχει στο μάθημα, ο φοιτητής είναι σε θέση να εφαρμόζει τεχνικές για την αξιολόγηση της λειτουργίας νευρώνων υπό διαφορετικές συνθήκες.

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 το μάθημα:

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

.....

Άλλες...

.....

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών
- Λήψη αποφάσεων
- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
- Σχεδιασμός και διαχείριση έργων
- Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
- Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Ο στόχος του μαθήματος είναι να εισαγάγει τους μαθητές στη βασική βιολογία του νεοφλοιού του εγκεφάλου, στις υπολογιστικές νευροεπιστήμες, και στην αρχιτεκτονική των λειτουργικών του δικτύων. Το μάθημα περιλαμβάνει τις παρακάτω ενότητες:

1. Βασικές αρχές της οργάνωσης του εγκεφάλου, της νευροφυσιολογίας και της βιοφυσικής των διεγερτικών κυττάρων, της συναπτικής μετάδοσης, της ανατομίας του δικτύου και της φυσιολογίας, καθώς και των βασικών κυκλωμάτων του νεοφλοιού του ποντικού.
2. Μοντέλα νευρώνων (όπως το leaky integrate and fire model), και κωδικοποίησης των ερεθισμάτων. Πληθυσμοί νευρώνων, υπολογισμοί, και διάδοση της δραστηριότητας.

3. Εννοιες, αλγόριθμοι, και τεχνικές από τη θεωρία γράφων και την επιστήμη δικτύων (όπως small worldness, clustering coefficients, network robustness).
4. Βασικές τεχνικές στατιστικής ανάλυσης και αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης (όπως στατιστικά τεστς, correlations, clustering, dimensionality reduction, classification).
5. Πειραματικές μέθοδοι για την εποπτεία και συλλογή μετρήσεων, για παράδειγμα χρησιμοποιώντας 2 photon imaging, optogenetics, patch clamping, MRI.
6. Προχωρημένα θέματα υπολογιστικών νευροεπιστημών: σύνδεση της Τεχνητής Νοημοσύνης και της φυσικής νοημοσύνης, π.χ., εξασφάλιση συνεχούς μάθησης (continual learning), νευρομορφικών υπολογισμών (neuromorphic computing).

Κατά τη διάρκεια του μαθήματος, παράλληλα με τις διαλέξεις, για την καλύτερη κατανόηση των βασικών θεμάτων, το μάθημα επικεντρώνεται στον πρωτεύοντα οπτικό φλοιό του ποντικού μέσα από εργασίες που υλοποιούνται κατά τη διάρκεια του εξαμήνου. Οι εργασίες αφορούν θέματα ανάλυσης ή/και μοντελοποίησης βιολογικών δικτύων υπό διαφορετικές συνθήκες (π.χ., νευρολογικές νόσους, παρουσίας ερεθισμάτων). Οι φοιτητές συνεργάζονται στον σχεδιασμό, στην υλοποίηση, και στην παρουσίαση των εργασιών τους.

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο (αίθουσα διδασκαλίας)</p>															
<p>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο • Ιστοσελίδα μαθήματος • http://www.csd.uoc.gr/~hy588 • Ηλεκτρονική υποβολή ασκήσεων • Πλατφόρμα e-learn 															
<p>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση 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 σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</p>	<p>Δραστηριότητα</p> <table border="1"> <tr><td>Διαλέξεις</td><td>52</td></tr> <tr><td>Φροντιστήρια</td><td>0</td></tr> <tr><td>Μελέτη</td><td>52</td></tr> <tr><td>Ασκήσεις-Εργαστήρια</td><td>52</td></tr> <tr><td>Τελική εργασία</td><td>8</td></tr> <tr><td>Εξετάσεις</td><td>4</td></tr> <tr><td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>168</td></tr> </table>	Διαλέξεις	52	Φροντιστήρια	0	Μελέτη	52	Ασκήσεις-Εργαστήρια	52	Τελική εργασία	8	Εξετάσεις	4	Σύνολο Μαθήματος	168	<p>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</p>
Διαλέξεις	52															
Φροντιστήρια	0															
Μελέτη	52															
Ασκήσεις-Εργαστήρια	52															
Τελική εργασία	8															
Εξετάσεις	4															
Σύνολο Μαθήματος	168															
<p>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ Περιγραφή τους διαδικασίας αξιολόγησης Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμών, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Εκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Τους</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσία/συμμετοχή • Ερευνητική εργασία (προγραμματιστική εργασία ή/και βιβλιογραφική αναζήτηση/παρουσίαση ερευνητικού θέματος) • Γραπτή τελική εξέταση • Παρουσία/συμμετοχή/προφορική συζήτηση ανατεθειμένων δημοσιεύσεων (επιλογή) 															

Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.

Ο τελικός βαθμός υπολογίζεται ως εξής:
50% (final exam) + 40% (project) + 10%
report/meetings/participation)

(5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

- Νευροεπιστήμη και συμπεριφορά. Eric Kandel, James Schwartz, and Thomas Jessell (Μετάφραση στα ελληνικά, Χάρης Καζλαρής και άλλοι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης)
- Networks of the Brain by Olaf Sporns, The MIT Press ISBN 978-0-262-01469-4
- Network Science by Albert-László Barabási

Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- Science
- Nature Neuroscience <https://www.nature.com/neuro/>
- Nature Communications <https://www.nature.com/ncomms/>
- eLife <https://elifesciences.org/>
- Brain <https://academic.oup.com/brain>
- Neuron
- Journal of Neuroscience <https://www.jneurosci.org/>

Conferences: Cosyne, NeurIPS, AREADNE

Lectures and seminars organized by [Brain and Cognitive Sciences at MIT](#)

Οι διδάσκοντες του μαθήματος προτείνουν άρθρα επιλεγμένα από τα παραπάνω επιστημονικά και συνέδρια κάποια από αυτά παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια του εξαμήνου στην τάξη, ενώ άλλα προσφέρονται για βιβλιογραφικές αναφορές στα projects του μαθήματος.