

## 1. ΓΕΝΙΚΑ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΦΑΤΟΥΡΟΥ		
ΕΞΑΜΗΝΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΕΑΡΙΝΟ		
ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ / ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΗΥ-486	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	7 <sup>ο</sup> -8 <sup>ο</sup>
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΑΡΧΕΣ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
Διαλέξεις και φροντιστήρια	6	6	
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Επιστημονικής Περιοχής Ε8		
Υποβάθρου , Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων			
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	ΗΥ-240  Συνιστώμενα: ΗΥ-225, ΗΥ-345, ΗΥ-380		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική. Ενδέχεται να γίνεται και στην Αγγλική γλώσσα εάν υπάρχει ενδιαφέρον από αγγλόφωνο ακροατήριο.		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΝΑΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	<a href="http://csd.uoc.gr/~hy486/">http://csd.uoc.gr/~hy486/</a>		

## 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Μαθησιακά Αποτελέσματα

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.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

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

Περίληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Σκοπός του μαθήματος είναι η θεωρητική και πρακτική κατάρτιση των φοιτητών στο σχεδιασμό, την ανάλυση και την υλοποίηση αλγόριθμων σε σύγχρονα καταναμεμένα συστήματα. Οι φοιτητές, μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος:

- θα γνωρίζουν τις κύριες τεχνικές συγχρονισμού και τα κύρια παραδείγματα επικοινωνίας μεταξύ διεργασιών,
- θα έχουν κατανοήσει τα βασικά εργαλεία και τις θεμελιώδεις τεχνικές για τον αποτελεσματικό προγραμματισμό εκείνων των μερών παράλληλου κώδικα που απαιτούν εντατική μορφή επικοινωνίας και συγχρονισμό,
- θα έχουν εξοικειωθεί με βασικές αρχές και τεχνικές υλοποίησης και πειραματικής μελέτης καταναμεμένων και παράλληλων προγραμμάτων,

- Θα είναι σε θέση να μελετούν και να αναλύουν την απόδοση κατανεμημένων και παράλληλων αλγορίθμων καθώς και υπολογισμών που εκτελούνται τόσο πάνω από πολυπύρρηνα συστήματα όσο και πάνω από συστήματα μεταβίβασης μηνύματος,
- Θα κατέχουν τις κύριες μεθοδολογίες για την ανάλυση παράλληλων και κατανεμημένων αλγορίθμων,
- Θα μπορούν να σχεδιάζουν, να υλοποιούν και να αναλύουν κατανεμημένες δομές δεδομένων και δομές δεδομένων για συστήματα κοινόχρηστης μνήμης και
- Θα έχουν εξοικειωθεί με γνωστές συνθήκες ορθότητας και προόδου του παράλληλου και κατανεμημένου υπολογισμού.

#### 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

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
- Λήψη αποφάσεων
- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
- Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Το μάθημα επικεντρώνεται στη μελέτη βασικών κατανεμημένων αλγορίθμων, συμπεριλαμβανομένων τόσο αλγορίθμων για πολυπύρρηνα συστήματα κοινόχρηστης μνήμης, όσο και αλγορίθμων για συστήματα μεταβίβασης μηνύματος. Στόχος του μαθήματος είναι η εξοικείωση των φοιτητών με θέματα σχετικά με (1) βασικές τεχνικές σχεδίασης και ανάλυσης κατανεμημένων αλγορίθμων για πολυπύρρηνα συστήματα και συστήματα μεταβίβασης μηνύματος, (2) θεμελιώδεις αλγόριθμους του κατανεμημένου υπολογισμού, (3) πρωτόκολλα συγχρονισμού, (4) διαμοιραζόμενες δομές δεδομένων, (4) βασικούς αλγόριθμους συλλογικής επικοινωνίας, (5) βασικές έννοιες χρονισμού, (6) ανίχνευση και επανόρθωση από αδιέξοδα, (7) ανίχνευση τερματισμού, αποτυχιών και άλλων καταστάσεων σε συστήματα μεταβίβασης μηνύματος.

Το μάθημα αποτελείται από δύο μέρη. Αναλυτική παρουσίαση της ύλης που καλύπτεται από κάθε μέρος παρατίθεται στη συνέχεια.

#### Μέρος Ι – Αλγόριθμοι για πολυπύρρηνα Συστήματα Διαμοιραζόμενης Μνήμης

- **Εισαγωγή – Θεμελιώδεις Έννοιες Συγχρονισμού Διεργασιών**
  - ο Δυσκολίες και προκλήσεις κατά την επίτευξη παραλληλισμού
  - ο Ο νόμος του Amdahl

- Μοντελοποίηση πολυπύρηνων συστημάτων (και συστημάτων διαμοιραζόμενης μνήμης)
- Θεμελιώδεις ιδιότητες και βασικές παράμετροι τέτοιων συστημάτων
- **Αμοιβαίος Αποκλεισμός (mutual exclusion) – Η τεχνική του κλειδώματος (locks)**
  - Βασικοί αλγόριθμοι αμοιβαίου αποκλεισμού
  - Από τη θεωρία στην πράξη: Ανταγωνισμός (contention) και Αποδοτικές υλοποιήσεις αλγορίθμων κλειδώματος
  - Συνεργατικές τεχνικές επίτευξης συγχρονισμού (combining techniques)
  - Ιεραρχική, ως προς την επικοινωνία, σχεδίαση αλγορίθμων συγχρονισμού
- **Ατομικά Αντικείμενα (atomic objects)**
  - Συνθήκες ορθότητας: Η έννοια της σειριοποιησιμότητας (linearizability)
  - Συνθήκες προόδου
- **Ταυτόχρονα Προσπελάσιμες Δομές Δεδομένων**
  - Ταυτόχρονα προσπελάσιμες ουρές, στοίβες και λίστες.
  - Ταυτόχρονα προσπελάσιμοι πίνακες κατακερματισμού
  - Ταυτόχρονα προσπελάσιμες δενδρικές δομές δεδομένων
  - Διαχείριση μνήμης σε συστήματα κοινόχρηστης μνήμης
- **Φράγματα Επίτευξης Συγχρονισμού**
  - Εφαρμογές
  - Υλοποιήσεις

## Μέρος II – Αλγόριθμοι για Συστήματα Μεταβίβασης Μηνύματος

- **Εισαγωγή – Βασικοί Αλγόριθμοι**
  - Μοντελοποίηση συστημάτων μεταβίβασης μηνύματος
  - Αλγόριθμοι καθολικής εκπομπής μηνυμάτων (broadcast), αλγόριθμοι εκπομπής μηνυμάτων με περισσότερους του ενός παραλήπτες (convergecast) και άλλοι αλγόριθμοι για συλλογική επικοινωνία (collective communication algorithms)
- **Εκλογή Αρχηγού (leader election)**
  - Το πρόβλημα της εκλογής αρχηγού σε γράφους με τοπολογία δακτυλίου
  - Το πρόβλημα της εκλογής αρχηγού σε γράφους γενικής τοπολογίας
- **Καταμερισμός Πόρων (network resource allocation)**
  - Αλγόριθμοι αμοιβαίου αποκλεισμού
  - Γενικοί αλγόριθμοι καταμερισμού πόρων
- **Θέματα Χρονισμού και Καθολικά Στιγμιότυπα**
  - Θέματα αιτιότητας και η έννοια του λογικού χρόνου
  - Συνεπή καθολικά στιγμιότυπα του συστήματος
- **Ανίχνευση καταστάσεων καθολικής εμβέλειας σε κατανεμημένες εκτελέσεις**
  - Ανίχνευση τερματισμού
  - Ανίχνευση αδιεξόδου
  - Ανίχνευση αποτυχιών

## 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.	Πρόσωπο με πρόσωπο (αίθουσα διδασκαλίας)
<b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Λογαριασμός μαθήματος με ηλεκτρονική διεύθυνση για την αποστολή μηνυμάτων από τους/τις φοιτητές/ήτριες (<a href="mailto:hy486@csd.uoc.gr">hy486@csd.uoc.gr</a>).</li> <li>• Λίστα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (<a href="mailto:hy486-list@csd.uoc.gr">hy486-list@csd.uoc.gr</a>)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ιστοσελίδα μαθήματος <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <a href="http://www.csd.uoc.gr/~hy486">http://www.csd.uoc.gr/~hy486</a></li> </ul> </li> <li>• Ηλεκτρονική υποβολή ασκήσεων χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα turnin</li> <li>• Ηλεκτρονική διαχείριση ασκήσεων/εργασιρών</li> <li>• Script ατομικής ηλεκτρονικής ενημέρωσης φοιτητών/ητριών για την βαθμολογία τους σε ασκήσεις/εργασίες/εξετάσεις</li> <li>• Χρήση συστήματος ηλεκτρονικού ραντεβού για οργάνωση της προφορικής εξέταση των προγραμματιστικών εργασιών των φοιτητών/τριών.</li> <li>• Ημερολόγιο google για τη σωστή ενημέρωση και το σωστό χρονοπρογραμματισμό των φοιτητών όσον αφορά τις εργασίες του μαθήματος.</li> <li>• Λυμένες ασκήσεις και άλλο υλικό σε ηλεκτρονική μορφή για την πραγματοποίηση των φροντιστηρίων και την προετοιμασία επίλυσης των σειρών ασκήσεων</li> </ul>																						
<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b></p> <p>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.</p> <p>Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη &amp; ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.</p> <p>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</p>	<table> <tr> <th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr> <tr> <td>Διαλέξεις</td><td>52</td></tr> <tr> <td>Φροντιστήρια</td><td>26</td></tr> <tr> <td>Ασκήσεις στο σπίτι</td><td>34</td></tr> <tr> <td>Μελέτη θεωρίας</td><td>26</td></tr> <tr> <td>Project</td><td>34</td></tr> <tr> <td>Μελέτη βιβλιογραφίας</td><td>6</td></tr> <tr> <td>Εξετάσεις (Ασκήσεις, Πρόοδος, Τελικό Διαγώνισμα)</td><td>2 (για μεταπτυχιακούς)</td></tr> <tr> <td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td></td></tr> <tr> <td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>180</td></tr> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	52	Φροντιστήρια	26	Ασκήσεις στο σπίτι	34	Μελέτη θεωρίας	26	Project	34	Μελέτη βιβλιογραφίας	6	Εξετάσεις (Ασκήσεις, Πρόοδος, Τελικό Διαγώνισμα)	2 (για μεταπτυχιακούς)					Σύνολο Μαθήματος	180
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου																						
Διαλέξεις	52																						
Φροντιστήρια	26																						
Ασκήσεις στο σπίτι	34																						
Μελέτη θεωρίας	26																						
Project	34																						
Μελέτη βιβλιογραφίας	6																						
Εξετάσεις (Ασκήσεις, Πρόοδος, Τελικό Διαγώνισμα)	2 (για μεταπτυχιακούς)																						
Σύνολο Μαθήματος	180																						
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b></p> <p>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</p> <p>Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες</p> <p>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<p>Γλώσσα ελληνική. Η διδασκαλία ενδέχεται να γίνεται και στην Αγγλική γλώσσα εάν υπάρχει ενδιαφέρον από αγγλόφωνο ακροατήριο.</p> <p>Κατά τη διάρκεια του εξαμήνου, οι φοιτητές πρέπει να διεκπεραιώσουν δύο σειρές θεωρητικών ασκήσεων και δύο προγραμματιστικές εργασίες (μια σειρά θεωρητικών ασκήσεων και μια προγραμματιστική εργασία για κάθε μέρος του μαθήματος).</p> <p>Ο τελικός βαθμός καθορίζεται βάσει του παρακάτω αλγορίθμου:</p> <p><b>Προπτυχιακοί φοιτητές</b></p> <p>Ο τελικός βαθμός καθορίζεται σύμφωνα με τα ακόλουθα ποσοστά:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Θεωρητικές ασκήσεις: 40%</li> <li>• Προγραμματιστικές εργασίες: 40%</li> </ul>																						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρουσία στις διαλέξεις: 10%</li> <li>• Παρουσία στα φροντιστήρια: 10%</li> </ul> <p><b>Μεταπτυχιακοί Φοιτητές</b></p> <p>Επιπρόσθετα των σειρών ασκήσεων και των προγραμματιστικών εργασιών, οι μεταπτυχιακοί φοιτητές πρέπει να διεκπεραιώσουν και μια εργασία πάνω σε ένα ερευνητικό πρόβλημα, η οποία εμπεριέχει τη μελέτη μέρους της σχετικής βιβλιογραφίας (π.χ. δύο δημοσιευμένων εργασιών με αποτελέσματα αιχμής), της συγγραφής μιας αναφοράς και την παρουσίαση των ερευνητικών αποτελεσμάτων που μελετήθηκαν στην τάξη.</p> <p>Ο τελικός βαθμός καθορίζεται σύμφωνα με τα ακόλουθα ποσοστά:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σειρές θεωρητικών Ασκήσεων : 40%</li> <li>• Προγραμματιστικές εργασίες: 40%</li> <li>• Εργασία πάνω σε ερευνητικό πρόβλημα: 20%</li> </ul> <p>Τα κριτήρια αξιολόγησης είναι προσβάσιμα μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος ακολουθώντας το σύνδεσμο:  <a href="https://www.csd.uoc.gr/~hy486/current/en/grading.php">https://www.csd.uoc.gr/~hy486/current/en/grading.php</a></p>
--	---

## 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

### Βιβλία

- H. Attiya & J. Welch, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, Morgan Kaufmann, 1998.
- G. Taubenfeld, Synchronization Algorithms and Concurrent Programming, Pearson / Prentice Hall, 2006.
- M. Herlihy and N. Shavit, The Art of Multiprocessor Programming, Morgan Kaufman, 2008.
- N. Lynch, Distributed Algorithms, Morgan Kaufmann, 1996.
- M. Raynal, Distributed Algorithms for Message-passing systems, Springer-Verlag, 2013.

### Δημοσιευμένες εργασίες στα ακόλουθα επιστημονικά συνέδρια (για μεταπτυχιακούς):

- ACM Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC)
- International Symposium on DIStributed Computing (DISC)
- ACM Symposium on Theory of Computing (STOC)
- ACM/IEEE Symposium on the Foundations of Theoretical Computer Science (FOCS)
- IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS)

### Δημοσιευμένες εργασίες στα ακόλουθα επιστημονικά περιοδικά (για μεταπτυχιακούς φοιτητές/ήτριες):

- Journal of the ACM

- SIAM Journal on Computing
- Distributed Computing
- Information and Computation
- IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems
- ACM Transactions on Programming Languages and Systems
- ACM Transactions on Computer Systems
- Journal of Parallel and Distributed Computing

**Επιπρόσθετη βιβλιογραφία (για μεταπτυχιακούς φοιτητές/ήτριες):**

- Ian Parbery, [A Guide for new Referees in Theoretical Computer Science](#)
- [A manual for authors of mathematical papers](#) by American Mathematical Society
- [Indicative Review Form for Research Papers in Theoretical Computer Science](#)

Επιλογές Συγγραμμάτων στον ΕΥΔΟΞΟ:

Βιβλίο [13777]: ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ, ANDREW S. TANENBAUM, MAARTEN VAN STEEN [Λεπτομέρειες](#)