ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ICE-7206	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	7ο, 9ο
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ		

ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ *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*	**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**	**ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ**
Διαλέξεις	2	
Ασκήσεις Πράξης	1	
Εργαστηριακές Ασκήσεις	1	
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.	**4**	**5**

ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ *Υποβάθρου , Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων*	Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων **Εμβάθυνσης/Ειδικότητας**
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Γνώσεις από Λειτουργικά Συστήματα Ι/ΙΙ και Εισαγωγή στον Παράλληλο Υπολογισμό
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι (στην Αγγλική)
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	

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*
- *Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων*

Το μάθημα αποσκοπεί στην παρουσίαση των σύγχρονων παράλληλων συστημάτων και αρχιτεκτονικών και των κυριότερων τεχνικών και εργαλείων προγραμματισμού τους. Έχει επίσης ως ειδικότερο σκοπό την εκμάθηση ολοκληρωμένων τεχνικών παραλληλοποίησης για περιβάλλοντα κοινής/κατανεμημένης μνήμης και υβριδικών αρχιτεκτονικών και την ανάλυση-σχεδίαση και υλοποίηση αντίστοιχων αλγόριθμων και προγραμμάτων για κλασσικά προβλήματα υπολογισμού. Επιπλέον σημαντικό στόχο αποτελεί η παροχή στους φοιτητές των απαραίτητων γνώσεων και δεξιοτήτων για τον προγραμματισμό και την

ανάπτυξη αποδοτικών παράλληλων εφαρμογών σε σύγχρονα παράλληλα συστήματα, και η εφαρμογή όλων των παραπάνω σε πεδία πραγματικών προβλημάτων και περαιτέρω έρευνας.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος, ο σπουδαστής θα μπορεί:

- Να αναγνωρίσει τις σημαντικότερες από τις σύγχρονες κατηγορίες/αρχιτεκτονικές παράλληλων συστημάτων και να περιγράψει τα κύρια χαρακτηριστικά τους.
- Να διακρίνει μεταξύ των τεχνικών παραλληλοποίησης σε περιβάλλοντα κοινής και κατανεμημένης μνήμης.
- Να σχεδιάσει αποδοτικούς παράλληλους αλγόριθμους για περιβάλλοντα κατανεμημένης μνήμης.
- Να περιγράψει τα διαφορετικά μοντέλα παράλληλου προγραμματισμού και να διακρίνει τις διαφορές τους και τα βασικότερα πλεονεκτήματά τους.
- Να εμβαθύνει στα κυριότερα από τα μοντέλα προγραμματισμού που διδάχθηκε και να τα εφαρμόσει στην πράξη.
- Να αξιοποιήσει σύγχρονα εργαλεία παράλληλου προγραμματισμού για την ανάπτυξη αποδοτικών παράλληλων εφαρμογών.
- Να προγραμματίσει σε σύγχρονα παράλληλα περιβάλλοντα, όπως πολυπύρηνα συστήματα, πολυ-υπολογιστές, GPUs/συνεπεξεργαστές, κλπ).
- Να μετράει την απόδοση των παράλληλων προγραμμάτων και εφαρμογών που υλοποιεί με σύγχρονα μέτρα, τεχνικές και εργαλεία.

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	*Σχεδιασμός και διαχείριση έργων*
Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις	*Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα*
Λήψη αποφάσεων	*Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον*
Αυτόνομη εργασία	*Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου*
Ομαδική εργασία	*Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής*
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον	*Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης*
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον	
Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών	

- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία
- Λήψη αποφάσεων
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις
- Σχεδιασμός και διαχείριση έργων
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ:

- Σύγχρονα παράλληλα συστήματα και αρχιτεκτονικές – πολυυπολογιστές (supercomputers), πολυπύρηνα συστήματα (multicore), συστήματα συστοιχιών υπολογιστών (clusters), υβριδικά συστήματα και αρχιτεκτονικές
- Many-core αρχιτεκτονικές και σύγχρονες τεχνολογίες επιταχυντών-συνεπεξεργαστών (CUDA GPUs, Intel Xeon Phi, Sunway κ.α.)
- Τεχνικές παραλληλοποίησης σε περιβάλλοντα κατανεμημένης μνήμης, μοντέλα παράλληλου προγραμματισμού και σχεδιασμός παράλληλων προγραμμάτων

- Επίλυση κλασσικών προβλημάτων υπολογισμού σε περιβάλλον κατανεμημένης μνήμης (αλγόριθμοι ταξινόμησης, αλγόριθμοι πολλαπλασιασμού πινάκων, και αλγόριθμοι επίλυσης γραμμικών συστημάτων)
- Παράλληλος (πολυνηματικός) προγραμματισμός σε περιβάλλοντα κοινής μνήμης (με χρήση του OpenMP API)
- Προγραμματισμός GPUs και συνεπεξεργαστών (το μοντέλο προγραμματισμού CUDA, το πρότυπο OpenCL, προγραμματισμός Intel Xeon Phi)
- Μέτρηση της Απόδοσης Παράλληλων Προγραμμάτων

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ:

- Επιλεγμένες Ασκήσεις – Ανάπτυξη Εφαρμογών με χρήση σύγχρονων εργαλείων παράλληλου προγραμματισμού (OpenMP, CUDA, OpenCL κ.α.)

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<table>
<tr><td>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ
Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</td><td>Πρόσωπο με πρόσωπο, εξ αποστάσεως εκπαίδευση</td></tr>
<tr><td>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</td><td>• Υποδομή Ασύγχρονης Εκπαίδευσης
• Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο (email)
• Ολοκληρωμένη Εργαστηριακή Υποδομή σε περιβάλλον Linux (ελεύθερης διανομής)
• Εξειδικευμένα λογισμικά/εργαλεία παράλληλου προγραμματισμού (ελεύθερης διανομής)</td></tr>
<tr><td>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 ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</td><td>
<table>
<tr><th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr>
<tr><td>Διαλέξεις</td><td>26</td></tr>
<tr><td>Ασκήσεις Πράξης</td><td>13</td></tr>
<tr><td>Εργαστηριακές Ασκήσεις</td><td>13</td></tr>
<tr><td>Εκπόνηση εργασιών</td><td>33</td></tr>
<tr><td>Αυτοτελής Μελέτη</td><td>40</td></tr>
<tr><td>Σύνολο Μαθήματος
(25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</td><td>125</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ
Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης

Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή</td><td>Τελικός_Βαθμός_Μαθήματος = (60% x Βαθμός_Θεωρητικού_Μέρους) + (40% x Βαθμός_Εργαστηριακού_Μέρους)

Α. Διαδικασία Αξιολόγησης Θεωρητικού Μέρους:</td></tr>
</table>

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 *Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.*	Τελική γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου (*) Μέρος του βαθμού του Θεωρητικού Μέρους (μέχρι το 35% αυτού) θα μπορεί ο φοιτητής να το πάρει επίσης προαιρετικά μέσω εκπόνησης αντίστοιχης εργασίας (project) Β. Διαδικασία Αξιολόγησης Εργαστηριακού Μέρους: Εκπόνηση εργαστηριακών ασκήσεων / εργασιών και προφορική ή γραπτή εξέταση Η διαδικασία αξιολόγησης γνωστοποιείται στους φοιτητές κατά τις διαλέξεις και μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος.

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

1. Πάντζιου Γ., Μάμαλης Β., Τομαράς Α., *Εισαγωγή στον Παράλληλου Υπολογισμό: Πρότυπα, Αλγόριθμοι, Προγραμματισμός*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2013.
2. Παπαδάκης Σ., Διαμαντάρας Κ., *Προγραμματισμός και Αρχιτεκτονική Συστημάτων Παράλληλης Επεξεργασίας*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2012.
3. Kirk D.B., Hwu W.M., *Προγραμματισμός Μαζικά Παράλληλων Επεξεργαστών*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος (μετάφραση), 2010.
4. Peter S. Pacheco, *Εισαγωγή στον Παράλληλο Προγραμματισμό*, 1η έκδοση, 2011. [Μετάφραση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Επιμέλεια: Δ. Γκιζόπουλος, 2015]
5. Kirk D.B., Hwu W.M., *Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach*, 3rd edition, Morgan Kaufmann, 2016.
6. Quinn M.J., *Parallel Programming in C with MPI and OpenMP*, McGraw-Hill, 2003.
7. Wilkinson B., Allen M., *Parallel Programming – Techniques and Applications Using Networked Work stations and Parallel Computers*, Pearson, Prentice Hall, 2006.
8. Δημακόπουλος, Β., 2015. Παράλληλα συστήματα και προγραμματισμός [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. http://hdl.handle.net/11419/3209
9. James Jeffers, James Reinders, and Avinash Sodani, Intel Xeon Phi Processor High Performance Programming, Morgan Kaufmann, 2nd Edition, 2016.
10. LLNL OpenMP Tutorial, http://www.llnl.gov/computing/ tutorials/openMP/
11. OpenCL Specification, https://www.khronos.org/registry/OpenCL/specs/opencl-2.1.pdf
12. NVIDIA CUDA Tutorial: http://www.nvidia.com/docs/IO/116711/sc11-cuda-c-basics.pdf

- Συναφή Επιστημονικά Περιοδικά :

1. Transactions on Parallel and Distributed Systems, IEEE
2. International Journal of Parallel Programming, Springer
3. Journal of Parallel and Distributed Computing, Elsevier
4. Transactions on Parallel Computing, ACM

6. ΒΙΒΛΙΑ ΕΥΔΟΞΟΣ

1. Βιβλίο [33134125]: Εισαγωγή στον Παράλληλο Υπολογισμό, Γραμματή Πάντζιου, Βασίλειος Μάμαλης, Αλέξανδρος Τομαράς Λεπτομέρειες

2. Βιβλίο [12532275]: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΣΤΕΛΙΟΣ ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ, ΚΩΣΤΑΣ ΔΙΑΜΑΝΤΑΡΑΣ Λεπτομέρειες

3. Βιβλίο [12279261]: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΑΖΙΚΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ, DAVID B. KIRK, WEN-MEI W. HWU Λεπτομέρειες

4. Βιβλίο [50656351]: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ, PETER S. PACHECO Λεπτομέρειες

Πρόσθετο Διδακτικό Υλικό:

- Βιβλίο [73263847]: GPU Computing and Applications [electronic resource], Yiyu Cai / Simon See Λεπτομέρειες
- Βιβλίο [320182]: ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΔΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Λεπτομέρειες