



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Ειδικά Θέματα Ακουστικού Σχεδιασμού και Πολυμέσων

ΤΟΜΟΣ Β

Δρ. Θωμάς Ζαρούχας
Δρ. Παναγιώτης
Χατζηπαντωνίου
Δρ. Αλέξανδρος Τσιλφίδης

Πολυμεσικές Εφαρμογές
Ήχου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του υποέργου 2 με τίτλο «Ανάπτυξη έντυπου εκπαιδευτικού υλικού για τα νέα Προγράμματα Σπουδών» της Πράξης «Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο» η οποία έχει ενταχθεί στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση» (ΕΠΕΔΒΜ) του ΕΣΠΑ (2007-2013), Άξονας Προτεραιότητας 7: «Ενίσχυση της Διά Βίου Εκπαίδευσης Ενηλίκων στις 8 Περιφέρειες Σύγκλισης» με κωδικό MIS 296121 και η οποία συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους, μέσω του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων (ΠΔΕ) του Υ.ΠΑΙ.Θ.

Πολυμεσικές Εφαρμογές Ήχου

Σημείωση

Το ΕΑΠ είναι υπεύθυνο για την επιμέλεια έκδοσης και την ανάπτυξη των κειμένων σύμφωνα με τη Μεθοδολογία της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Για την επιστημονική αρτιότητα και πληρότητα των συγγραμμάτων την αποκλειστική ευθύνη φέρουν οι συγγραφείς, κριτικοί αναγνώστες και ακαδημαϊκοί υπεύθυνοι που ανέλαβαν το έργο αυτό.

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών

Πρόγραμμα Σπουδών
ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ

Θεματική Ενότητα
ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

Τόμος Β'
Πολυμεσιζές Εφαρμογές Ήχου

Συγγραφή
ΘΩΜΑΣ ΖΑΡΟΥΧΑΣ

Δρ. Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Πανεπιστημίου Πατρών

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΤΖΗΑΝΤΩΝΙΟΥ

Δρ. Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Πανεπιστημίου Πατρών

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΤΣΙΛΦΙΔΗΣ

Δρ. Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Πανεπιστημίου Πατρών

Κριτική Ανάγνωση
ΣΤΕΛΙΟΣ ΠΟΤΗΡΑΚΗΣ

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών ΤΕ ΤΕΙ Πειραιά

Ακαδημαϊκός Υπεύθυνος για την ανάπτυξη του έντυπου διδακτικού υλικού του ΠΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΖΕΥΓΩΛΗΣ

Καθηγητής Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου

Συντονιστής για την ανάπτυξη του έντυπου διδακτικού υλικού της ΘΕ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΚΑΡΛΑΤΟΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχ/κών Πανεπιστημίου Πατρών

Ειδικός στη Μεθοδολογία της Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης

ΑΔΑΜΑΝΤΙΑ ΣΠΑΝΑΚΑ

Γλωσσική Επιμέλεια
ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ

Τεχνική Επιμέλεια – Καλλιτεχνική Επιμέλεια – Σελιδοποίηση

ΒΙΒΛΙΟΤΕΧΝΙΑ

ΠΑΠΠΑΣ ΦΩΤΙΟΣ – ΔΟΥΒΟΥ ΣΕΒΑΣΤΗ Ο.Ε.

ISBN: 978-960-538-935-2

Κωδικός Έκδοσης: ΑΣΠ 61/Β

Copyright © 2013 για την Ελλάδα και όλο τον κόσμο
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Περιβόλα Πατρών – Τηλ.: 2610 367300, Φαξ: 2610 367650

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού Νόμου (Ν. 2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής αδείας του εκδότη, κατά οποιονδήποτε τρόπο ή μέσο, αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική κ.λπ.) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών

Πρόγραμμα Σπουδών

ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ

Θεματική Ενότητα

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

Τόμος Β΄

Πολυμεσικές Εφαρμογές Ήχου

ΘΩΜΑΣ ΖΑΡΟΥΧΑΣ

Δρ. Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Πανεπιστημίου Πατρών

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΤΖΗΑΝΤΩΝΙΟΥ

Δρ. Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Πανεπιστημίου Πατρών

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΤΣΙΑΦΙΔΗΣ

Δρ. Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Πανεπιστημίου Πατρών

ΠΑΤΡΑ 2013

Βιογραφικά

*Ο **Θωμάς Ζαρούχας** είναι διπλωματούχος ηλεκτρολόγος μηχανικός και διδάκτωρ του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών. Στα ερευνητικά του ενδιαφέροντα περιλαμβάνονται η ψηφιακή επεξεργασία σήματος, η κωδικοποίηση ηχητικών σημάτων, οι μετρήσεις ακουστικής ποιότητας και πιστότητας ηχητικών σημάτων, οι εφαρμογές ψηφιακού ήχου για πολυμέσα και δίκτυα επικοινωνίας καθώς και οι τεχνολογίες ασύρματης μετάδοσης δεδομένων με έμφαση σε πολυμεσικές εφαρμογές. Από το 2010 συνεργάζεται με το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας ως επιστημονικός συνεργάτης και από το 2012 εργάζεται στη Διεύθυνση Πανελλήνιου Σχολικού Δικτύου και Δικτυακών Τεχνολογιών του Ερευνητικού Ακαδημαϊκού Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος».*

*Ο **Παναγιώτης Χατζηαντωνίου** είναι διπλωματούχος μηχανικός Η/Υ & πληροφορικής και διδάκτωρ του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών. Στο ίδιο τμήμα εργάστηκε από το 1995 ως μέλος της Ομάδας Τεχνολογίας Ήχου και Ακουστικής του Εργαστηρίου Ενσύρματης Τηλεπικοινωνίας σε ερευνητικά προγράμματα. Η έρευνά του επικεντρώθηκε σε τεχνικές ψηφιακής ισοστάθμισης ηχείων και χώρων ακρόασης καθώς και μέτρησης και προσομοίωσης της ακουστικής χώρων. Από το ακαδημαϊκό έτος 2009-2010 έχει εργαστεί ως διδάσκων (στη βαθμίδα του λέκτορα) βάσει του ΠΔ 407/80 στο Τμήμα Διαχείρισης Πολιτισμικού Περιβάλλοντος και Νέων Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Δυτικής Ελλάδας (Αγρίνιο). Έχει συγγράψει και παρουσιάσει περισσότερα από 20 επιστημονικά άρθρα σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια.*

*Ο **Αλέξανδρος Τσιλφίδης** είναι διπλωματούχος μηχανικός του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών και κάτοχος διδακτορικού διπλώματος από το ίδιο Τμήμα. Είναι, επίσης, κάτοχος Μάστερ Ακουστικής (MPhil) του Πολυτεχνείου της Μασσαλίας. Έχει εργαστεί ως διευθυντής πληροφοριακών συστημάτων σε ΚΕΚ εθνικής εμβέλειας, οργανώνοντας προγράμματα κατάρτισης ενηλίκων και τηλε-εκπαίδευσης. Επίσης, έχει εργαστεί ως μηχανικός πληροφορικής και σύμβουλος ακουστικής. Είναι συνιδρυτής και διευθύνων σύμβουλος της εταιρείας Accusonus, η οποία αναπτύσσει εφαρμογές τεχνολογίας ήχου για ενσωματωμένα συστήματα και μουσικές εφαρμογές. Έχει δημοσιεύσει περισσότερα από 20 άρθρα σε διεθνή περιοδικά και συνέδρια με κρίση και έχει συμμετάσχει σε πλήθος ελληνικών και ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων.*

Περιεχόμενα

Πρόλογος	11
----------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Επεξεργασία και ανάλυση ηχητικών σημάτων *Θ. Ζαρούχας*

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα Αποτελέσματα, Έννοιες-Κλειδιά, Εισαγωγικές Παρατηρήσεις</i>	13
1.1 Εισαγωγικές έννοιες	17
1.1.1 Τα ηχητικά σήματα στο χρόνο και στη συχνότητα	17
1.1.2 Σειρές και μετασχηματισμός Fourier	20
1.1.3 Βασικές σχέσεις εισόδου/εξόδου σε συστήματα – Ιδανικά φίλτρα	28
1.2 Ψηφιακός ήχος	36
1.2.1 Δειγματοληψία και κβαντισμός ηχητικών σημάτων	36
1.2.2 Διαχείριση και αποθήκευση ψηφιακών ηχητικών αρχείων	44
1.2.3 Τυποποιήσεις και κωδικοποίηση ψηφιακών αρχείων ηχητικών δεδομένων	47
1.2.4 Υλοποίηση μεθόδων ψηφιακής επεξεργασίας ήχου	58
<i>Σύνοψη</i>	69
<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	70
<i>Ευρετήριο Όρων</i>	71
<i>Γλωσσάρι</i>	72
<i>Βιβλιογραφία</i>	74
<i>Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη</i>	75
<i>Παράρτημα Α – Γραμμικά Χρονικά Αναλλοίωτα Συστήματα</i>	77
<i>Απαντήσεις σε Ασκήσεις Αυτοαξιολόγησης</i>	79

<i>Απαντήσεις Δραστηριοτήτων</i>	89
<i>Κατάλογος εικόνων</i>	93

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Κωδικοποίηση και αφαίρεση παραμορφώσεων

από ηχητικά σήματα

Π. Χατζηαντωνίου

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα Αποτελέσματα, Έννοιες-Κλειδιά, Εισαγωγικές Παρατηρήσεις</i>	95
2.1 Κωδικοποίηση και τυποποιήσεις ηχητικών δεδομένων.....	98
2.1.1 Βασικές έννοιες ψηφιακής τεχνολογίας και κωδικοποίησης (coding).....	98
2.1.2 Κωδικοποιήσεις ψηφιακού ήχου	100
2.1.3 Τεχνολογίες συμπίεσης ηχητικών δεδομένων.....	108
2.1.4 Πρότυπα υποκειμενικής ηχητικής κωδικοποίησης	116
2.2 Αφαίρεση παραμορφώσεων από ηχητικά σήματα.....	121
2.2.1 Θόρυβος και παραμόρφωση	121
2.2.2 Πηγές θορύβου	123
2.2.3 Στάδια προσθήκης παραμορφώσεων.....	128
2.2.4 Κατηγορίες μεθόδων αφαίρεσης θορύβου	130
2.2.5 Αφαίρεση ηχητικών παραμορφώσεων με τη μέθοδο της ψηφιακής ισοστάθμισης.....	134
2.2.6 Εφαρμογές της ψηφιακής ισοστάθμισης ηχητικών συστημάτων	139
2.2.7 Αξιολόγηση των μεθόδων αποθορυβοποίησης και ψηφιακής ισοστάθμισης.....	142
<i>Σύνοψη</i>	144
<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	147
<i>Ευρετήριο Όρων</i>	148

<i>Γλωσσάρι</i>	150
<i>Βιβλιογραφία</i>	154
<i>Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη</i>	158
<i>Απαντήσεις σε Ασκήσεις Αυτοαξιολόγησης</i>	159
<i>Απαντήσεις Δραστηριοτήτων</i>	167
<i>Κατάλογος εικόνων</i>	170

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Λογισμικό και πολυμεσικές εφαρμογές για τη μουσική και το διαδίκτυο

Αλ. Τσιλφίδης

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα Αποτελέσματα, Έννοιες-Κλειδιά, Εισαγωγικές Παρατηρήσεις</i>	173
3.1 Λογισμικό για ηχογράφηση και ενορχήστρωση μουσικής	176
3.1.1 Επεξεργασία και ηχογράφηση μουσικής στον υπολογιστή	176
3.1.2 Λογισμικό για ηχογράφηση, μείξη και επεξεργασία ήχου	178
3.1.3 Αρχιτεκτονική plugins	181
3.1.4 Ψηφιακά εφέ για την επεξεργασία μουσικής	182
3.2 Γλώσσες προγραμματισμού για τη δημιουργία μουσικών και πολυμεσικών εφαρμογών	195
3.3 Μετάδοση ψηφιακού ήχου	198
3.3.1 Εισαγωγή	198
3.3.2 Δικτυακές απαιτήσεις για τη μετάδοση και αναπαραγωγή ηχητικών δεδομένων	199
3.3.3 Εξειδικευμένα πρωτόκολλα μετάδοσης ψηφιακού ήχου	200
3.3.4 Πρωτόκολλα για το διαδίκτυο	201

3.4	Ο ήχος στις έξυπνες φορητές συσκευές	204
3.5	Λογισμικό και εφαρμογές για τον ήχο στο διαδίκτυο	207
3.5.1	Αναπαραγωγή πολυμεσικού υλικού στους διαδικτυακούς φυλλομετρητές	207
3.5.2	Ισότοποι ανταλλαγής μουσικών αρχείων	207
3.5.3	Διαδικτυακά μουσικά καταστήματα	208
3.5.4	Ισότοποι για αναπαραγωγή μουσικής συνεχούς ροής	209
3.5.5	Ισότοποι για προώθηση μουσικής και μουσική συνεργασία	210
	<i>Σύνοψη</i>	212
	<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	213
	<i>Γλωσσάρι</i>	214
	<i>Βιβλιογραφία</i>	215
	<i>Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη</i>	217
	<i>Απαντήσεις σε Ασκήσεις Αυτοαξιολόγησης</i>	219
	<i>Απαντήσεις Δραστηριοτήτων</i>	225
	<i>Κατάλογος εικόνων</i>	231
	<i>Παράρτημα έγχρωμων εικόνων</i>	233