

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ
ΗΧΟΤΟΠΙΩΝ ΠΟΛΗΣ**

Ανδρέας Μυριούνης

A.M:1378

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Ζέρβας Παναγιώτης

Ρέθυμνο, Φεβρουάριος 2016

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων μου Δρ. Παναγιώτη Ζέρβα για την βοήθεια και την καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια της υλοποίησης του συστήματος καθώς και όλους τους ανθρώπους και τις ομάδες όπου ανέβασαν ελεύθερα στο διαδίκτυο πληροφορίες και εργαλεία όπου χωρίς αυτά η παρούσα εργασία θα ήταν κυριολεκτικά ανέφικτη.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τους γονείς μου για την στήριξη τους και την ευκαιρία της ανώτατης εκπαίδευσης που μου προσέφεραν.

“Imagination is more important than knowledge. For knowledge is limited to all we now know and understand, while imagination embraces the entire world, and all there ever will be to know and understand.”

— Albert Einstein

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος ακουστικής χαρτογράφησης ήχων πόλεων το οποίο χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για την αυτοματοποιημένη απόδοση ετικετών καθώς και η εξαγωγή και παρουσίαση χρήσιμων πληροφοριών μέσω χρήσης μεταδεδομένων. Η εργασία καταπιάνεται με τις απαιτήσεις και τις τεχνικές προγραμματισμού και ανάπτυξης ενός τέτοιου συστήματος καθώς επίσης παρουσιάζονται και διάφορα σενάρια εργασίας και εφαρμογής μιας τέτοιας τέτοιας υλοποίησης. Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια του ηχοτοπίου και των ηχητικών χαρτών καθώς και παρουσιάζονται παρόμοιες εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί. Στο πρακτικό μέρος της εργασίας παρουσιάζονται τα εργαλεία και οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του συστήματος. Τα μέρη του συστήματος επεξηγούνται αναλυτικά στην λογική και την λειτουργία τους χωρίς όμως να γίνονται αναφορές σε πηγαίο κώδικα ή επεξήγηση προγραμματιστικών συναρτήσεων ή συντακτικού που εξαρτάται από την γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται κάθε φορά, καθώς ο όγκος του κώδικα καθιστά την ανάλυση ή την περιγραφή του μη εφικτή στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Για τον λόγο αυτό η εργασία αυτή επιχειρεί να περιγράψει την απαιτούμενη διαδικασία για την ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος, στον αναγνώστη έτσι ώστε να μπορεί να κατανοήσει και να διαχειριστεί τον κώδικα που παρέχεται μαζί με την εργασία. Μετά την περιγραφή των τεχνικών διαδικασιών και της δομής του συστήματος, παραθέτονται τρία σενάρια εφαρμογής του, και τέλος, κατατίθενται κάποιες μελλοντικές επεκτάσεις οι οποίες θα καθιστούσαν το όλο σύστημα ανώτερο από άποψη λειτουργικότητας ή απόδοσης.

Λέξεις κλειδιά: ηχοχάρτης, ηχοτοπίο, μηχανική μάθηση, ακουστική οικολογία, android, διακομιστής, πελάτης, χάρτες Google, προγραμματισμός, διαδραστικά συστήματα, αστικό περιβάλλον, ηχητική κατηγοριοποίηση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	6
1.1 Ακουστική Οικολογία.....	6
1.1.1 Ακουσματική Περιγραφή του Χώρου.....	7
1.2 Τι είναι το Ηχοτοπίο;.....	8
1.2.1 Ιδιότητες και Περιγραφή του Ηχοτοπίου	9
1.2.2 Αστικό Ηχοτοπίο	11
1.3 Ηχητικοί Χάρτες.....	13
1.3.1 Ιστορική Εξέλιξη.....	13
1.3.2 Εφαρμογές Ηχητικών Χαρτών.....	15
1.3.3 Σημαντικότητα.....	18
1.4 Πλατφόρμες Διαχείρισης Πληροφορίας Ηχοτοπίων.....	18
1.4.1 Pumlilio.....	19
Κεφάλαιο 2ο: Ανάπτυξη του Συστήματος.....	21
2.1 Περιγραφή του Προβλήματος.....	21
2.2 Αρχιτεκτονική του Συστήματος.....	22
2.2 Εργαλεία Που Χρησιμοποιήθηκαν.....	24
2.2.1 Εργαλεία Οπτικοποίησης.....	24
2.2.1.1 SOSV Framework.....	24
2.2.1.2 Bokeh.....	26
2.2.1.3 Heatmap.....	26
2.2.2 Εργαλεία Μηχανικής Μάθησης – Εξαγωγής Ηχητικής Πληροφορίας.....	27
2.2.2.1 Yaafe.....	27
2.2.2.2 Scikit-learn.....	28
2.2.2.3 NumPy.....	29
2.2.3 Άλλα Εργαλεία	29
2.2.3.1 ProFTPD.....	29
2.2.3.2 Apache Web Server.....	29

2.2.3.3 Sendmail.....	30
2.2.3.4 Βιβλιοθήκες Πελάτη (B4A Libraries)	30
2.3 Ο Διακομιστής (earTH Server).....	31
2.3.1 Περιγραφή.....	31
2.3.2 Δημιουργία Διακομιστή.....	33
2.3.3 Διαμόρφωση Διακομιστή.....	34
2.3.4 Περιγραφή της Δομής και των Διαδικασιών του Διακομιστή.....	34
2.3.5 Δημιουργία του Ιστοτόπου.....	40
2.3.6 Visualizations.....	52
2.3.6.1 Crossfilter.....	52
2.3.6.2 Heatmap.....	59
2.4 Ο Πελάτης (earTH Client).....	61
2.4.1 Περιγραφή.....	61
2.4.1.1 Περιγραφή Λειτουργίας Εφαρμογής.....	61
2.4.2 Περιγραφή του Αλγορίθμου.....	68
Κεφάλαιο 3ο: Αξιολόγηση.....	73
3.1 Σενάριο 1ο.....	73
3.2 Σενάριο 2ο.....	78
3.3 Σενάριο 3ο.....	79
Κεφάλαιο 4ο: Μελλοντική Έρευνα - Επεκτάσεις.....	81
Επίλογος.....	83
Βιβλιογραφία - Αναφορές.....	84

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.1 Ακουστική Οικολογία

Τα τελευταία χρόνια η ακουστική οικολογία (acoustic ecology) αποτελεί μία από τις γοργά αναπτυσσόμενες επιστήμες [ή αλλιώς σπουδές οικoακουστικής (ecoacoustics studies) ή σπουδές ηχοτοπίων (soundscape studies)], καθώς μελετά τη σχέση ανάμεσα στον ήχο, τα έμβια όντα και το περιβάλλον τους. Πρόκειται για μια επιστημονική προσέγγιση, η οποία πρωτοαναπτύχθηκε το 1960 από τον R. Murray Schafer και την ομάδα του Πανεπιστημίου Σάιμον Φρέιζερ (Βανκούβερ, Καναδάς), στα πλαίσια του "Παγκόσμιου Πρότζεκτ Καταγραφής Ηχοτοπίων" (World Soundscape Project), οδηγώντας το 1993 στη δημιουργία ενός Παγκόσμιου Φόρουμ Ακουστικής Οικολογίας (World Forum of Acoustic Ecology). Η αρχική ομάδα του WSP αποτελούνταν μεταξύ άλλων, από τους R. Murray Schafer, Barry Truax, Hildegard Westerkamp, Bruce Davies και Peter Huse. Στόχος της ερευνητικής αυτής προσπάθειας ήταν η “αναζήτηση λύσεων για ένα οικολογικά ισορροπημένο ηχοτοπίο, όπου αναπτύσσεται μια αρμονική σχέση ανάμεσα στις ανθρώπινες κοινότητες και τα ηχητικά περιβάλλοντα”. Πρακτικές εφαρμογές αυτής της προσέγγισης συμπεριλαμβάνουν εκπαιδευτικές δραστηριότητες προσανατολισμένες στα ηχοτοπία και την ηχητική ρύπανση, καθώς και την ηχογράφηση και πινακογράφηση ηχοτοπίων σε διεθνές επίπεδο με έμφαση στα ηχητικά ορόσημα, τους απειλούμενους ήχους και τα ηχητικά περιβάλλοντα. Το ερευνητικό αυτό έργο οδήγησε στη δημιουργία της Παγκόσμιας Βιβλιοθήκης Ηχοτοπίων (World Soundscape Library).

Ξεκινώντας από την ηχητική κοινωνιολογία και το ραδιόφωνο ως μία μορφή εφαρμοσμένης τέχνης, η ακουστική οικολογία έχει βρει διαφορετικές εφαρμογές σε ποικίλα πεδία. Μερικά παραδείγματα αποτελούν: η έμφαση στην ηχητική επίδραση αυτοκινητοδρόμων και αεροδρομίων, η διευρυμένη εφαρμογή “φωνογράφων” (“phonographers”) οι οποίοι εξερευνούν τον κόσμο μέσω του ήχου, η εξάπλωση εφαρμογών της βιοακουστικής (bioacoustics) η οποία αξιοποιεί τους ήχους που παράγουν τα ζώα προκειμένου να ληφθούν υπ’ όψη οι υποκειμενικές και αντικειμενικές αντιδράσεις των ζώων σε ερεθίσματα που παράγουν οι ανθρώπινοι ήχοι – στην τελευταία περίπτωση ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην καταγραφή των ηχητικών οικοσυστημάτων του ωκεανού – η ανάπτυξη της μελέτης των ηχητικών συστημάτων (soundscape composition).

Η χαρτογράφηση πηγών θορύβου (noise map) αποτελεί μια γραφική αναπαράσταση των επιπέδων ήχου εντός μιας δεδομένης περιοχής και για ένα συγκεκριμένο διάστημα σε διαφορετικές στιγμές της ημέρας (ημέρα, απόγευμα, νύχτα, ξημέρωμα), όπου καταγράφονται ντεσιμπέλ. Οι χάρτες αυτοί εντάσσονται στα σχέδια ανάπτυξης διαφορετικών δραστηριοτήτων εντός του αστικού ιστού, για την αξιολόγηση σχεδίων δράσης, για τον προσδιορισμό των ηχητικά ρυπασμένων περιοχών. Επιδιώκουν τον υπολογισμό ενός μέσου όρου έκθεσης του ανθρώπου σε συγκεκριμένα επίπεδα θορύβου, όπως και την κατασκευή προσόψεων σε κτίρια ώστε να προστατεύεται το εσωτερικό τους από έντονους ήχους. Σταδιακά, οι μελέτες περί ηχορύπανσης προσλαμβάνουν έναν πιο ολιστικό χαρακτήρα, όπου η έννοια του ελέγχου του θορύβου αποκαθίσταται από την έννοια των ηχοτοπίων. Αντί να εστιάζει κανείς σε εργαστηριακές μελέτες για την επίδραση των ήχων που παράγουν τα αυτοκίνητα, στρέφεται σε μία διαφορετική θεώρηση, όπου ο κόσμος αποτελεί μία σύνθεση ήχων, ενώ οι ανθρώπινες δραστηριότητες αντιμετωπίζονται στο σύνολό τους και όχι ως μεμονωμένες δράσεις. Μία επιπλέον συνειδητοποίηση αποτελεί η περιορισμένη πρόσβαση πολλών ανθρώπων στις πόλεις σε φυσικούς χώρους με χαμηλά επίπεδα ήχου. Δίνεται έμφαση λοιπόν στη βελτίωση της οικολογικής ποιότητας των αστικών τοπίων, μέσα από στοχευμένο σχεδιασμό. Η τάση αυτή καταγράφει παράλληλα τα ψυχολογικά ωφέλη μιας τέτοιας μορφής ανάπτυξης.

1.1.1 Ακουσματική Περιγραφή του Χώρου

Για την μελέτη ενός συστήματος και υπό το πρίσμα της ακουστικής οικολογίας, η έννοια του χώρου (Τοπίου) - Landscape, εμπλουτιζόμενη από τον Ήχο - Sound επαναπροσδιορίζεται ως “Ηχοτοπίο” - Soundscape (Schafer, 1994). Με τη Χαρτογραφική απόδοση του ηχοτοπίου επιτυγχάνεται περιγραφή του σε αντιπαράθεση με τις μορφές και τις ιδιότητες ενός χώρου. Η διαδικασία περιγραφής του ηχητικού περιβάλλοντος συναρτήσει των γεωγραφικών χαρακτηριστικών, στηρίζεται στη καταγραφή ηχητικών πληροφοριών σε επιλεγμένες θέσεις και στην επεξεργασία τους σε περιβάλλον χαρτογραφικής απεικόνισης. Η βασική ιδέα στην οποία στηρίζεται το μοντέλο απόδοσης του ηχοτοπίου μιας πόλης, είναι ότι το αστικό τοπίο (δηλ. τα χαρακτηριστικά που το περιγράφουν) αποτελεί το “σκηνικό” όπου διαδραματίζονται “πρωταγωνιστικά” γεγονότα (δηλ. λειτουργίες και δραστηριότητες οι οποίες παράγουν συγκεκριμένους ήχους). Καθώς με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) επιτυγχάνεται η συνδυασμένη επεξεργασία (συνεπεξεργασία) όλων των απαραίτητων πληροφοριών σε ένα ενιαίο χαρτογραφικό περιβάλλον, θεωρούνται ότι είναι το καλύτερο

“εργαλείο” για την οπτικοποίηση του ηχοτοπίου, αντιπαραθέτοντας τις μορφές και τις ιδιότητες του φυσικού χώρου με τα ηχητικά γεγονότα που τον περιγράφουν (Kang and Servigne, 1999).

1.2 Τι είναι το Ηχοτοπίο;

Ο όρος ηχοτοπίο, βασική έννοια της ακουστικής οικολογίας, εισάγεται για να περιγράψει την ακουσματική - ακουστική σχέση που διαμορφώνεται μεταξύ ενός παρατηρητή και του περιβάλλοντος, στην κλίμακα την οποία αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος.

Κατα την χρονική περίοδο συγγραφής της παρούσας εργασίας δεν υπάρχει ένας μοναδικός ορισμός του τι ακριβώς είναι το ηχοτοπίο. Ο όρος αποδίδεται στον Καναδό συνθέτη και περιβαλλοντολόγο, R. Murray Schafer και πολλές φορές θεωρείται ως προσαρμογή του οπτικού όρου "τοπίο" (landscape) αλλάζοντας το επίκεντρο από το οπτικό στο ηχητικό περιβάλλον. Ο Schafer είναι αυτός που εδραίωσε το ηχοτοπίο ως πεδίο ακαδημαϊκής έρευνας και μελέτης, δεν έδωσε ωστόσο κάποιον ορισμό για το τι είναι ακριβώς το ηχοτοπίο. Ο Barry Truax ήταν ο πρώτος ο οποίος προσπάθησε να αποδώσει έναν μοναδικό ορισμό του ηχοτοπίου. Ο Truax απέδωσε τον ορισμό ως εξής:

" An enviroment of sound (or sonic enviroment) with emphasis on the way it is perceived and understood by the individual, or by a society. "

Μετάφραση:

" Ένα περιβάλλον ήχου (ή ηχητικό περιβάλλον) με έμφαση στον τρόπο με τον οποίο γίνεται κατανοητό από ένα άτομο ή από μία κοινωνία "

Ο Truax όπως βλέπουμε μετατοπίζει το επίκεντρο από το περιβάλλον, στον ακροατή, δηλαδή στην αντιληπτική του ικανότητα όσον αφορά το ηχητικό περιβάλλον.

Η Pauline Oliveros, συνθέτρια ηλεκτρονικής μουσικής, όρισε το ηχοτοπίο ακολούθως:

" All of the waveforms faithfully transmitted to our audio cortex by the ear and its mechanisms "

Μετάφραση:

" Όλες οι κυματομορφές οι οποίες μεταδίδονται πιστά στον ακουστικό μας φλοιό απο το αυτί και τους μηχανισμούς του "

Η πιο πρόσφατη απόπειρα ενός μοναδικού, διεπιστημονικού ορισμού του ηχοτοπίου είναι το ISO/TC43/SC 1/WG 54, μια ομάδα του ISO με σκοπό την δημιουργία ενός περιεκτικού και τυποποιημένου ορισμού του ηχοτοπίου ανάμεσα στις 24 συμμετέχοντες χώρες. Αν και αυτό βρίσκεται ακόμα σε στάδιο προσχεδίου, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τυποποίησης τυποποίησε τον ορισμό του ηχοτοπίου το 2014 (ISO 12913-1:2014) ως εξής:

"Acoustic environment as perceived or experienced and/or understood by a person or people, in context"

Μετάφραση:

" Ακουστικό περιβάλλον όπως γίνεται αντιληπτό ή βιώνεται ή/και κατανοείται απο ένα άτομο ή ανθρώπους στο υπάρχων πλαίσιο "

1.2.1 Ιδιότητες και Περιγραφή του Ηχοτοπίου

Για την περιγραφή ενός ηχοτοπίου ο Schafer εμπλούτισε την έννοια του ηχοτοπίου με την κατηγοριοποίηση των επιμέρους ήχους που το συνιστούν.

Έτσι σύμφωνα με τον Schafer ένας ήχος σε ένα ηχοτοπίο μπορεί να αντιπροσωπεύει:

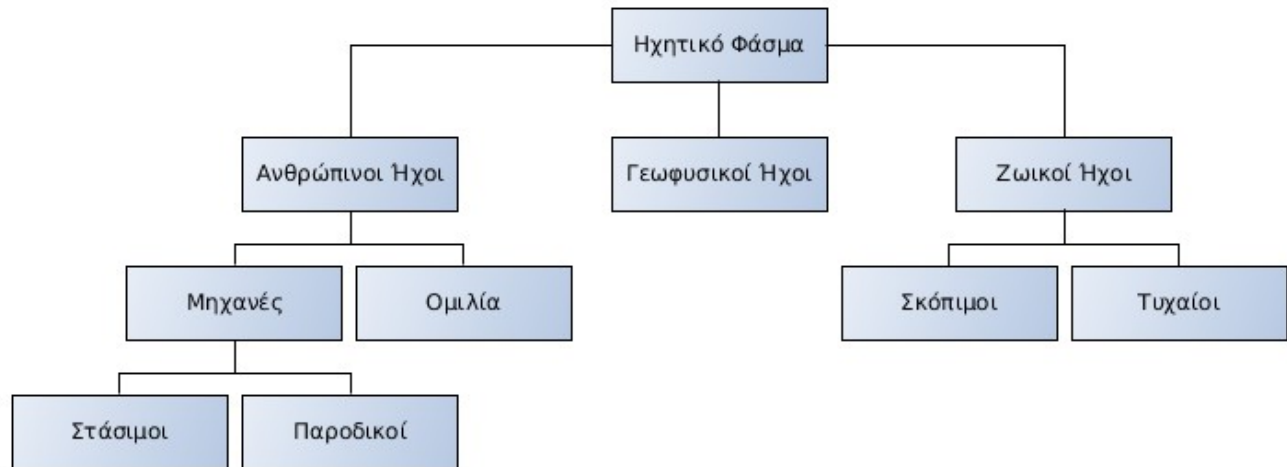
- το βασικό θέμα του (π.χ. ο μόνιμος ήχος των κυμάτων σε μια παραθαλάσσια πόλη)
- ένα μήνυμα (όπως π.χ. η σειρήνα ενός περιπολικού ή ο ήχος ενός μηνύματος που έφθασε στο κινητό μας)
- ένα ηχώσημο (soundmark), λέξη που δημιουργήθηκε από τη σύνθεση των λέξεων ήχος (sound) και landmark (ορόσημο), προκειμένου να δηλώσει τον μοναδικό και χαρακτηριστικό ήχο ενός ηχοτοπίου (λ.χ. η καμπάνα του Bing Ben)
- ειδυλλιακούς ήχους, δηλαδή ήχους που εμπνέουν το αίσθημα της νοσταλγίας, επειδή έχουν

παρέλθει ανεπιστρεπτί (για παράδειγμα ο ήχος που κάνουν τα πέταλα του αλόγου σε ένα λιθόστρωτο)

Το σημαντικό στη διάκριση των ήχων ενός ηχοτοπίου, είναι ότι δεν αποτελούν καθολικές οντότητες, κι' αυτό διότι προσλαμβάνονται με διαφορετικό τρόπο από τα διαφορετικά υποκείμενα που τους δέχονται. Έτσι για παράδειγμα για τον επισκέπτη μιας μουσουλμανικής χώρας η φωνή του μουεζίνη μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα ηχώσημο, ενώ για τον πιστό, ένα μήνυμα που τον καλεί για προσευχή, όπως ο ήχος του νερού που ρέει για ένα ζώο που έχει κορέσει τη δίψα του μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα ηχώσημο που προσδιορίζει τη θέση του ποταμού, αλλά για ένα διψασμένο ζώο, το μήνυμα που θα του σώσει τη ζωή.

Ο Bernie Krause, μουσικός και βιοακουστικολόγος επαναπροσδιόρισε τα στοιχεία του ηχοτοπίου. Σύμφωνα με τον Krause, το ακουστικό φάσμα ενός ηχοτοπίου μπορεί να διαχωριστεί (ταξινομηθεί) σε τρία μέρη ανάλογα με την προέλευση των ήχων:

- τους ανθρώπινους ήχους (Anthropophony) – ήχους που οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες (από μηχανές, την ομιλία, κτλ)
- τους βιολογικούς ήχους (Biophony) – ήχους που δημιουργούν οι ζωντανοί οργανισμοί του περιβάλλοντος (όπως πουλιά, ζώα, έντομα κ.α.)
- και τους υπόλοιπους γεωφυσικούς ήχους (Geophony) – ήχους που παράγονται από το φυσικό περιβάλλον (όπως ο αέρας, το νερό που κυλάει κτλ). και σε δυο κατηγορίες, ανάλογα με τη σημασία των ηχητικών γεγονότων, σε: ήχους υποβάθρου (που χαρακτηρίζουν το "ακουστικό σκηνικό") και ήχους επιφανείας (οι οποίοι "πρωταγωνιστούν") Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω ποιοτική κατηγοριοποίηση, ένα ηχητικό περιβάλλον προσδιορίζεται (ταυτοποιείται) από τους συνδυασμούς επιμέρους ηχητικών κατηγοριών



Εικόνα 1: Σχηματικός διαχωρισμός των ήχων ενός περιβάλλοντος σε θεματικές κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους.

1.2.2 Αστικό Ηχοτοπίο

Ένα αστικό περιβάλλον μπορεί να περιγραφεί από μια ομάδα ιδιοτήτων οι οποίες το χαρακτηρίζουν και αναφέρονται:

- στο τοπίο (τοπογραφία – κατασκευές)
- στις ανθρώπινες δραστηριότητες και λειτουργίες της κοινωνίας (δομές)
- στις περιβαλλοντικές συνθήκες (ατμόσφαιρα, νερό, έδαφος)
- στους ήχους του, οι οποίοι είναι αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων και των λειτουργιών και διαμορφώνονται τόσο από τη μορφολογία του χώρου όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Truax, 1984)

Μεταξύ των παραπάνω ιδιοτήτων δημιουργείται μια δυναμική έτσι ώστε κάθε μια απ' αυτές εξαρτάται και επηρεάζεται από τις υπόλοιπες (βλέπε εικόνα 2).



Εικόνα 2: Ο αστικός χώρος ορίζει ένα σκηνικό μέσα στο οποίο δέχεται ερεθίσματα και δραστηριοποιείται ο άνθρωπος.

Το σύνολο των ήχων ενός χώρου είναι κυρίαρχος παράγοντας στη διαμόρφωση της αντίληψης που διαμορφώνει ένας παρατηρητής και πολύ περισσότερο κάποιος που μελετάει το χώρο (Granö, 1997; Nemeth, 1984; Ohlson, 1976). Χαρακτηριστικό παράδειγμα για τη σημαντικότητα του ήχου στη κατανόηση του χώρου είναι ο τρόπος προσανατολισμού των ατόμων με περιορισμένη όραση. Αλλά ακόμη και κάποιος που είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει όλες του τις αισθήσεις, σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιεί ακουστικά κριτήρια για τη κίνησή του (ο επισκέπτης μιας πόλης καθοδηγείται επίσης σύμφωνα με την ύπαρξη ή απουσία συγκεκριμένων ήχων). Λαμβάνοντας υπ' όψη τη σημαντικότητα του ήχου στη διαμόρφωση της αντίληψης ενός παρατηρητή, η μελέτη των ηχητικών ιδιοτήτων του χώρου μπορεί να αξιοποιηθεί για τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τη διαχείριση του αστικού περιβάλλοντος (Brown and Muhar, 2004). Από τις αρχές της δεκαετίας του '70 επιχειρείται η επιστημονική περιγραφή των επιδράσεων του θορύβου στον άνθρωπο (U.S. Environmental Protection Agency, 1971) και στο αστικό περιβάλλον (Cuniff 1977) καθώς και η ένταξη και προσαρμογή αυτών των παραμέτρων σε Νόμους και διαδικασίες λήψης αποφάσεων (U.S. Environmental Protection Agency, 1977). Αν εξαιρέσει κανείς τις πιο σύγχρονες μελέτες που έχουν γίνει για το θόρυβο και την επιβλαβή επίδρασή του στον άνθρωπο (Servigne et al, 2000), είναι πολύ μικρότερη - ειδικότερα στην Ελλάδα - η προσοχή που έχει δοθεί στη σημαντικότητα του ήχου ως συστατικό του περιβάλλοντος. Μολις στα τέλη της δεκαετίας του '80 επιχειρείται η εφαρμογή μιας ορολογίας σχετικής με τη

περιβαλλοντική ακουστική στην Ελλάδα (ΕΛΟΤ, 1988). Αντίθετα σε κοινωνίες με έντονη περιβαλλοντική και οικολογική συνείδηση – όπως ο Καναδάς – από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 και με τη συμβολή πρωτοποριακών μουσικό-συνθετών γεννιέται ένας νέος κλάδος της οικολογίας, η Ακουστική Οικολογία η οποία μελετά το ηχητικό περιβάλλον των οικοσυστημάτων (Truax, 1999).

1.3 Ηχητικοί Χάρτες

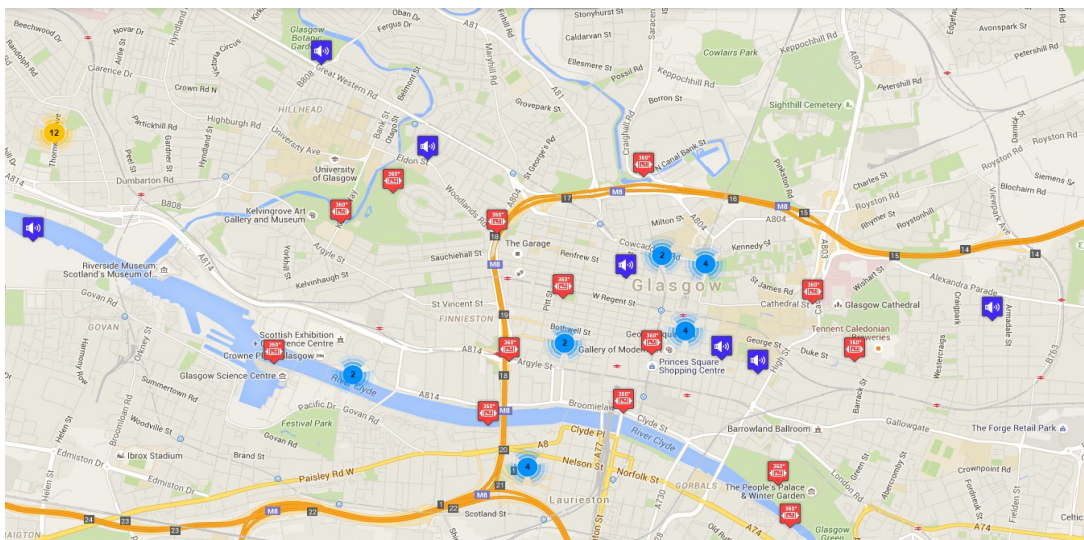
Οι ηχητικοί χάρτες είναι ψηφιακοί γεωγραφικοί χάρτες οι οποίοι δίνουν έμφαση στην ηχητική απεικόνιση μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας. Οι ηχητικοί χάρτες δημιουργούνται συσχετίζοντας ορόσημα (δρόμους σε μια πόλη, σιδηροδρομικούς σταθμούς, καταστήματα, μονοπάτια κ.α.) και γενικά χώρους ενδιαφέροντος και ηχοτοπία. Ο όρος ηχοτοπία έχει εξηγηθεί σε προηγούμενη ενότητα (βλέπε “1.2 Τι είναι το Ηχοτοπία”). Στην περίπτωση των ηχητικών χαρτών με τον όρο ηχοτοπία αναφερόμαστε στην ηχογράφιση η οποία αντιπροσωπεύει το εκάστοτε μέρος ενδιαφέροντος στον χάρτη. Με άλλα λόγια, ο στόχος του ηχητικού χάρτη είναι να εκπροσωπεί ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, χρησιμοποιώντας το ηχοτοπία του ως πρωταρχική αναφορά σε αντίθεση με οπτικές ενδείξεις. Οι χάρτες ήχου σε πολλές περιπτώσεις αποτελούν το πιο αποτελεσματικό ακουστικό αρχείο ενός περιβάλλοντος και είναι παρόμοιοι με τους ηχητικούς περιπάτους (Soundwalks) που είναι μια μορφή ενεργού συμμετοχής στο ηχοτοπία. Και οι δύο ενθαρρύνουν τους συμμετέχοντες να ακούσουν διακριτικά, και επιπλέον να εκφέρουν κρίση σχετικά με τους ήχους που ακούγονται καθώς και την συμβολή τους στην ισορροπία ή ανισορροπία του ηχητικού περιβάλλοντος. Ωστόσο, οι ηχητικοί περίπατοι θα προσχεδιάσουν μια διαδρομή την οποία θα ακολουθήσει ο χρήστης και θα δωθούν κατευθύνσεις ως προς το τι μπορεί να ακούσει ο χρήστης σε κάθε σημείο ελέγχου (checkpoint). Οι χάρτες ήχου, από την άλλη πλευρά, έχουν καταγεγραμμένα συγκεκριμένα ηχοτοπία τα οποία οι χρήστες μπορούν να ακούσουν.

1.3.1 Ιστορική Εξέλιξη

Το θεωρητικό υπόβαθρο από το οποίο προέρχονται οι ηχητικοί χάρτες βασίζεται σε προηγούμενες έρευνες πάνω στην ακουστική οικολογία και στα ηχοτοπία από τον “πατέρα” της ακουστικής οικολογίας, R. Murray Schafer. Κατά την διάρκεια του World Soundscape Project ο Schafer με την ομάδα του ταξίδεψαν στον Καναδά και στην Ευρώπη με σκοπό την συλλογή τοπικών ηχοτοπιών. Οι ήχοι που ηχογράφησαν χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων η οποία εστίαζε

στα μοναδικά ηχητικά χαρακτηριστικά τοποθεσιών ανα τον κόσμο. Το αποτέλεσμα του WSP κυκλοφόρησε στο ευρύ κοινό υπο την μορφή μιας σειράς βιβλίων με τίτλο “The Music of the Environment” το οποίο περιείχε έναν αφηγητικό απολογισμό της δραστηριότητας της ηχογράφησης (European Sound Diary) καθώς και ανάλυση των ηχοτοπίων (Five Village Soundscapes). Ωστόσο, όταν τα έργα αυτά δημοσιεύτηκαν για πρώτη φορά, οι ηχογραφήσεις δεν ήταν ακόμα διαθέσιμες για το ευρύ κοινό μιας και το WSP στόχευε στην οικοδόμηση μιας ακουστικής βάσης δεδομένων η οποία θα αντιπροσώπευε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα εξέλιξης των ηχοτοπίων.

Σήμερα, οι ηχητικοί χάρτες κάνουν χρήση νέων τεχνολογιών εντοπισμού μέσω υπολογιστών για την επίτευξη του σκοπού της διατήρησης των ηχοτοπίων τοποθεσιών ενδιαφέροντος με διαφορά όμως τον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών της βάσης. Έτσι μέσω ψηφιακών τεχνολογιών όπως λογισμικό χαρτογράφησης και κωδικοποίηση ηχητικών αρχείων, ο σκοπός χρήσης ενός ηχητικού χάρτη εν μέρει είναι η κατασκευή και η διάθεση στο κοινό μιας βάσης ηχοτοπίων με ολοκληρωμένο τρόπο, με φόρτωμα κάθε ηχοτοπίου (site-specific) σε έναν ψηφιακό χάρτη, καθώς επίσης και η διάθεση του τελικού προϊόντος προς δημόσια συνεργασία. Οι χρήστες είναι σε θέση να φορτώσουν τον ηχητικό χάρτη μιας πόλης και πατώντας στα εκάστοτε ηχητικά εικονίδια (σημάδια, κουκκίδες κτλ) να ακούσουν το ηχοτοπίο μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας. Ορισμένοι ηχητικοί χάρτες κατασκευάζονται μέσω πληθοπορισμού (crowdsourcing) και ως εκ τούτου επιτρέπουν στο κοινό την καταγραφή των ηχοτοπίων καθώς και το φόρτωμα στον ηχητικό χάρτη ο οποίος παρέχεται απο την ιστοσελίδα που φιλοξενεί τον ηχητικό χάρτη. Έτσι, η ηχητική βάση κτίζεται απο το κοινό και συγχρόνως τίθενται στην διάθεσή του για χρήση.



Εικόνα 3: Παράδειγμα ψηφιακού ηχητικού χάρτη

1.3.2 Εφαρμογές Ηχητικών Χαρτών

The Sound Around You Project

Το “Sound Around You” ξεκίνησε ως ένα ερευνητικό έργο ηχοτοπίων στο Πανεπιστήμιο του Salford, στο Ηνωμένο Βασίλειο, το 2007. Το έργο αυτό επιτρέπει στο κοινό να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο (ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή εγγραφής ήχου) για την εγγραφή ενός ηχητικού κλιπ ή ηχητικής καρτ-ποστάλ διάρκειας περίπου τριάντα δευτερολέπτων απο διαφορετικά ηχητικά περιβάλλοντα (πχ ένα οικογενειακό ταξίδι με αυτοκίνητο ή ένα πολυσύχναστο εμπορικό κέντρο) και να το ανεβάσει στον ψηφιακό χάρτη μαζί με απόψεις σχετικά με την επιλογή του ηχοτοπίου. Στόχος του εγχειρήματος είναι η ευαισθητοποίηση του κοινού για την επιρροή των ηχοτοπίων στον άνθρωπο καθώς και τις σοβαρές επιπτώσεις για επαγγέλματα και κοινωνικές ομάδες που κυμαίνονται απο πολεοδόμους μέχρι αγοραστές ακινήτων.

New York Sound Map

Το “New York Sound Map” είναι ένα ερευνητικό έργο της Ομάδας Ακουστικής Οικολογίας της Νέας Υόρκης [New York Society for Acoustic Ecology (NYSAE)], μια οργάνωση αφιερωμένη στην εξερεύνηση του ρόλου του ήχου σε φυσικούς βιότοπους και σε ανθρώπινες κοινωνίες, και την προώθηση του δημόσιου διαλόγου σχετικά με την ταυτοποίηση, τη συντήρηση, και αποκατάσταση των φυσικών και πολιτιστικών ηχοτοπίων. Ο σκοπός του NYSAE είναι να διερευνήσει και να δημιουργήσει έναν συνεχή διάλογο σχετικά με ηχητική εμπειρία στην πόλη της Νέας Υόρκης. Το NYSoundmap είναι το άμεσο αποτέλεσμα του ενδιαφέροντος της NYSAE στη συλλογή και διάδοση των ακουστικών εμπειριών της πόλης στο ευρύ κοινό. Μέσα από το ερευνητικό αυτό έργο η NYSAE έχει ως στόχο να διευκολύνει το διάλογο μεταξύ των ανθρώπων από μια ευρεία ποικιλία κοινοτήτων και υποβάθρων - από αρχάριους μέχρι επαγγελματίες καλλιτέχνες ήχου και μουσικούς.

Stanley Park Soundmap

Ο ηχητικός χάρτης του Stanley Park αποτελεί ένα διαδικτυακό ντοκουμέντο των ηχητικών ιδιοτήτων από ένα από τα μεγαλύτερα αστικά πάρκα της Βόρειας Αμερικής που βρίσκεται στο Βανκούβερ του Καναδά. Χρησιμοποιώντας μια μονάδα δορυφορικής στιγματοθέστησης (GPS), και μια φορητή συσκευή ψηφιακής εγγραφής ήχου, δεκατρείς θέσεις στο πάρκο ηχογραφήθηκαν σε μια δροσερή

ηλιόλουστη ημέρα, την Πέμπτη, 12 Μαρτίου 2009. Τα δεδομένα θέσης και οι ηχογραφήσεις στη συνέχεια συνδέθηκαν με ένα χάρτη που δημιουργήθηκε με χρήση εφαρμογής Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS).

Montreal Sound map

Ο ηχητικός χάρτης του Μόντρεαλ είναι ένα διαδικυακό ερευνητικό έργο ηχοτοπίων το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να μεταφορτώνουν ηχογραφήσεις ηχοτοπίων σε έναν Google χάρτη του Μόντρεαλ. Το ηχοτοπίο της πόλης αλλάζει συνεχώς, και το εγχείρημα αυτό λειτουργεί ως μία ηχητική χρονοκάψουλα με σκοπό τη διαφύλαξη ήχων, πριν αυτοί εξαφανιστούν.

Όπως είναι κατανοητό δεν εξυπηρετούν όλοι οι ηχητικοί χάρτες τον ίδιο σκοπό. Για παράδειγμα κάποιοι δίνουν παραπάνω έμφαση στα αστικά περιβάλλοντα και ηχοτοπία ενώ άλλοι στα φυσικά. Κάθε ηχητικός χάρτης έχει και κάτι μοναδικό να προσφέρει είτε αυτό έχει να κάνει με τους ήχους αυτούς καθ' αυτούς είτε με τον τρόπο οπτικοποίησης των δεδομένων είτε με την εκάστοτε παρεχόμενη λειτουργικότητα απο άποψη ιστοτόπου, στον χρήστη.

Μίας και η περιγραφή καθενός ξεχωριστά θα ήταν κουραστική για τον αναγνώστη, παρακάτω παραθέτω ένα σύνολο απο υπερσυνδέσμους ηχητικών χαρτών με έμφαση στους ηχητικούς χάρτες πόλεων όπου ο αναγνώστης θα άξιζε να ρίξει μία ματιά.

Άλλα ερευνητικά έργα ηχητικών χαρτών άξια αναφοράς:

- [The London Sound Survey](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης και των περιχώρων του Λονδίνου χρησιμοποιώντας διάφορες διαδραστικές διεπαφές)
- [Aporee](#) (Ηχητικός χάρτης αστικών και φυσικών ηχοτοπίων ανα τον κόσμο με πάνω απο 30.000 ηχογραφήσεις και 1.150 ενεργούς χρήστες. Μια απο τις πληρέστερες εφαρμογές ηχητικών χαρτών διεθνώς)
- [The British Library](#) (Συλλογή ηχητικών χαρτών οι οποίοι βασίζονται σε διάφορα ηχητικά ερευνητικά έργα όπως Ηχητικός χάρτης προφοράς και διαλέκτων, Ηχητικός χάρτης παραδοσιακής αγγλικανικής μουσικής, Ηχητικός χάρτης του Ηνωμένου Βασιλείου και άλλα)
- [Ecouter Paris](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης του Παρισιού με πρωτότυπο γραφικό περιβάλλον)
- [Sound Transit](#) (Ηχητικός χάρτης αστικών και φυσικών ηχοτοπίων ο οποίος δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να επιλέξουν ένα σημείο εκκίνησης και έναν προορισμό και έπειτα

δημιουργεί ένα "ηχητικό ταξίδι" για την εκάστοτε διαδρομή)

- [Glasgow 3D Sound Map](#) (Ηχητικός χάρτης αστικών ηχοτοπιών ανα τον κόσμο με έμφαση στο συναίσθημα)
- [Mapa Sonoro de Mexico](#) (Ηχητικός χάρτης ηχοτοπιών ανα το Μεξικό με έμφαση στην πόλη του Μεξικό)
- [Nature Sound Map](#) (Ηχητικός χάρτης φυσικών ηχοτοπιών και άγριας ζωής σε διάφορα μέρη ανα τον κόσμο. Αποτελεί ίσως τον πληρέστερο ηχητικό χάρτη σε αυτήν την κατηγορία)
- [Firenze Sound Map](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης της Φλωρεντίας με έμφαση στο συναίσθημα)
- [Belfast sound map](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης του Μπέλφαστ στο Ηνωμένο Βασίλειο)
- [Soundlandscapes Paris sound map](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης του Παρισιού)
- [Biospheres community sound map](#) (Ηχητικός χάρτης ηχογραφήσεων φυσικών τοπίων και άγριας ζωής σε διάφορα μέρη του πλανήτη)
- [Brussels sound map](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης των Βρυξελλών)
- [City soundmaps](#) (Ηχητικός χάρτης αστικών ηχοτοπιών διάφορων μεγαλουπόλεων)
- [Columbia river sound map](#) (Ηχητικός χάρτης ηχοτοπιών γύρω από τον ποταμό Κολούμπια στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής)
- [Favourite Sounds](#) (Ηχητικός χάρτης ο οποίος καλεί τους χρήστες να ανεβάσουν τους αγαπημένους τους ήχους από μια τοποθεσία)
- [Fleurieu sound map](#) (Ηχητικός χάρτης εξωτερικών ηχοτοπιών [field recording] στην περιοχή Fleurieu Peninsula της νότιας Αυστραλίας)
- [Istanbul sound map](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης της Κωνσταντινούπολης καθώς και μερικών ακόμα περιοχών της Τουρκίας)
- [Lisbon sound map](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης της Λισσαβώνας)
- [Sons de Barcelona](#) (Ηχητικός χάρτης της πόλης της Βαρκελώνης)
- [Sound Tourism](#) (Ηχητικός χάρτης "ηχοτουρισμού", για άτομα που θέλουν να βιώσουν συγκεκριμένα ηχοτοπία σε διάφορα μέρη του κόσμου)
- [Stereopublic](#) (Ηχητικός χάρτης αστικών ηχοτοπιών τα οποία σημειώνουν χαμηλά επίπεδα θορύβου)

1.3.3 Σημαντικότητα

Οι ηχητικοί χάρτες δίνουν στους ανθρώπους έναν νέο τρόπο να βλέπουν την γεωγραφία και τον κόσμο γύρω τους. Επιτρέπουν στους χρήστες να επανασυνδεθούν με το άμεσο περιβάλλον τους, πράγμα που οι σημερινές γενιές αγνοούν σχεδόν παντελώς (αρκεί να σκεφτούμε πόσο συχνά βλέπουμε νέους ανθρώπους να παραμελούν το άμεσο ηχητικό περιβάλλον έχοντας συνεχώς ακουστικά στα αυτιά τους). Οι χάρτες ήχου έχουν επίσης τεράστια ιστορική σημασία, δεδομένου ότι δίνουν σε μελλοντικές γενιές μια ιδέα του πως ακουγόταν μια συγκεκριμένη τοποθεσία, σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Πράγματι, όπως επισημαίνεται και στο ερευνητικό έργο του ηχητικού χάρτη του Μόντρεαλ, οι χάρτες ήχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ηχητικές χρονοκάψουλες με σκοπό την διαφύλαξη ήχων, πριν αυτοί εξαφανιστούν. Σήμερα, διαθέτουμε ιστορικούς χάρτες και εικόνες που απεικονίζουν τον τρόπο με τον οποίο έζησαν παλαιότερες κοινωνίες. Ωστόσο, δεν έχουμε ιδέα όσον αφορά το πως αυτές οι κοινωνίες ακούγονταν. Οι ηχητικοί χάρτες μας δίνουν την δυνατότητα να έχουμε πρόσβαση σε αυτά τα ζωτικής σημασίας ιστορικά ντοκουμέντα.

1.4 Πλατφόρμες Διαχείρισης Πληροφορίας Ηχοτοπίων

Το σύστημα που η παρούσα εργασία καλείται να περιγράψει δεν περιορίζεται στην παράθεση ηχοτοπίων σε έναν ψηφιακό χάρτη και για αυτό το λόγο δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως ηχοχάρτης μιας και αυτό αποτελεί μόνο ένα κομμάτι του όλου συστήματος. Στην ουσία πρόκειται για μια πλατφόρμα διαχείρισης της πληροφορίας ηχοτοπίων. Η πληροφορία αυτή δεν είναι μόνο ηχητική αλλά και περιγραφική μιας και το σύστημα συλλέγει διάφορα δεδομένα για το εκάστοτε ηχοτοπίο, τα οποία και χρησιμοποιεί με διάφορους τρόπους οπτικοποίησης. Δεν δίνουν όλες οι παρόμοιες πλατφόρμες έμφαση στον ίδιο τύπο πληροφορίας ηχοτοπίου και γενικά στον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζονται αυτή την πληροφορία. Παρακάτω περιγράφεται μια παρόμοιου τύπου πλατφόρμα με αυτή που πραγματεύεται η παρούσα εργασία.

1.4.1 Pumilio

Το Pumilio είναι μια δωρεάν και ανοιχτού κώδικα διαδικτυακή εφαρμογή (PHP/ MySQL) για τη διαχείριση ηχητικών αρχείων καθώς και την οπτικοποίηση και χειραγώγηση των αρχείων αυτών. Το σύστημα επιτρέπει στο χρήστη να φορτώσει τα αρχεία ήχου σε πολλές μορφές, να δει το φασματογράφημα του ήχου, να επιλέξει περιοχές του ήχου για περαιτέρω ανάλυση και εισαγωγή σε βάση δεδομένων, να φιλτράρει τα δεδομένα της βάσης καθώς και να εκτελέσει διάφορους χειρισμούς στη βάση και στα ηχητικά αρχεία.

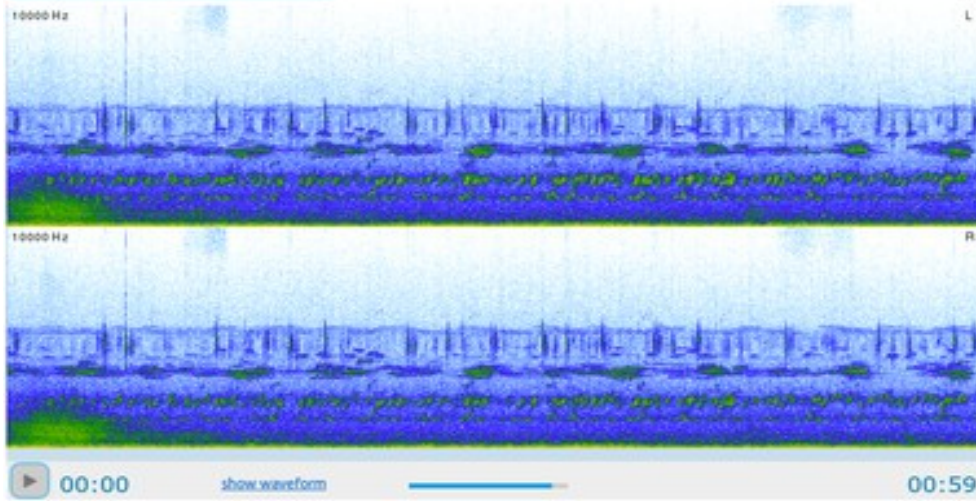
Η ιδέα αυτής της εφαρμογής είναι η χρήση μιας γραφικής διεπαφής (front-end) μέσω της οποίας ο χρήστης θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί, να χειριστεί, να μετατρέψει, να απεικονίσει και να εξαγάγει πληροφορίες από τα αρχεία ήχου. Το σύστημα χρησιμοποιεί διάφορα script κώδικα καθώς και προγράμματα γραμμής εντολών για να επιτύχει την προαναφερθείσα λειτουργικότητα.

Το κυρίως κοινό στο οποίο απευθύνεται η εφαρμογή αυτή είναι ερευνητικές ομάδες βιοακουστικής. Άλλες ομάδες που μπορεί να ενδιαφέρονται περιλαμβάνουν άτομα που ενδιαφέρονται για την ακουστική οικολογία, μουσικούς, οπαδούς άγριας ζωής και φυσικών ηχοτόπιων και πολλά άλλα. Το μόνο που απαιτείται για την περιήγηση στο αρχείο της εφαρμογής είναι ένα σύγχρονο πρόγραμμα περιήγησης το οποίο υποστηρίζει JavaScript και είτε το Adobe Flash είτε το HTML5. Αυτό σημαίνει ότι η εφαρμογή συνεργάζεται πλήρως και με Android, iPad, iPhone, iPod Touch καθώς και με τις νεότερες εκδόσεις των σημερινών προγραμμάτων περιήγησης χωρίς Flash. Η εφαρμογή έχει δοκιμαστεί με όλες τις πρόσφατες εκδόσεις του Firefox, Safari, Internet Explorer και Chrome. Μια άποψη της διαδικτυακής διεπαφής διαχείρισης του Pumilio φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

LINE_2004-03-19_19_01_14
19-Mar-2004 19:01:14

Collection: 09-A

Site: Caribe State Forest - Rd 7740



Open file in Pumilio Viewer

File data

- Original filename: LINE_2004-03-19_19_01_14.flac
- Download: [flac] [mp3]
- Date: 19-Mar-2004
- Time: 19:01:14
- Duration: 59.2707 seconds
- File Format: flac
- Sampling rate: 48000 Hz
- Number of channels: 2
- File size: 3.58 MB
- Spectrogram settings:
 - Max frequency: 10000 Hz
 - FFT size: 2048
- Database ID: 4123
- Sensor used: Creative Labs Nomad Jukebox 3, Sony ECM-MG306C (Custom made controller)

Site Data

File Tags

File Quality Data



Εικόνα 4: Άποψη της διαδικτυακής διεπαφής του Pumilio

Κεφάλαιο 2ο: Ανάπτυξη του Συστήματος

2.1 Περιγραφή του Προβλήματος

Η ανάπτυξη του συστήματος ήταν μια πολύπλοκη διαδικασία λόγω των προγραμματιστικών του απαιτήσεων και του γεγονότος ότι πρόκειται για ένα πολυδιάστατο σύστημα, δηλαδή για ένα συνολικό υποσυστημάτων τα οποία δουλεύουν, συνυπάρχουν και συνεργάζονται μέσα στο ίδιο πλαίσιο (framework). Το σύστημα χωρίζεται σε δύο μέρη, τον διακομιστή και τον πελάτη τα οποία και αναλύονται σε επόμενη ενότητα. Το βασικό πρόβλημα μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

1. Πραγματοποίηση ηχογράφησης
2. Συλλογή μεταδεδομένων της ηχογράφησης
3. Αποστολή των αρχείων στον διακομιστή
4. Επεξεργασία των αρχείων
5. Αποθήκευση των δεδομένων
6. Παρουσίαση των δεδομένων στον χρήστη

Όπως είναι κατανοητό οι παραπάνω προτάσεις αποτελούν μια υπεραπλούστευση της πραγματικής διαδικασίας μιας και η κάθε πρόταση απαιτεί ένα σύνολο εργαλείων και προγραμματιστικών τεχνικών για να υλοποιηθεί. Για κάποιες από αυτές χρησιμοποιήθηκαν έτοιμα εργαλεία, τα οποία είτε ρυθμίστηκαν κατάλληλα είτε επαναπρογραμματίστηκαν σε κάποιο βαθμό, μειώνοντας τον προγραμματιστικό κόπο ενώ για κάποιες γράφτηκαν συστήματα από το μηδέν λόγω του ότι ήταν αρκετά εξειδικευμένες. Για παράδειγμα, η υλοποίηση της αποστολής αρχείων μέσω FTP πρωτοκόλλου αποτελεί μια κοινή διαδικασία και ως εκ τούτου έχουν δημιουργηθεί προγραμματιστικές βιβλιοθήκες που την υλοποιούν με ελάχιστη συμβολή από μεριάς προγραμματιστή. Για διεργασίες όμως όπως η διαχείριση των αρχείων από τον διακομιστή ή ο συγκεκριμένος χειρισμός πληροφοριών των βάσεων δεδομένων που αποτελούν εξειδικευμένες διαδικασίες και βασίζονται στην αριτεκτονική του εκάστοτε συστήματος η χρήση κάποιας έτοιμης λύσης απλά δεν μπορεί να είναι δυνατή. Έτσι το σύστημα αποτελεί στη ουσία ένα υβρίδιο μεταξύ έτοιμων προγραμματιστικών βιβλιοθηκών και εργαλείων και εξειδικευμένων (framework dependent) συστημάτων. Ένα ακόμα πρόβλημα είναι η αρμονική συνύπαρξη ανάμεσα στα υποσυστήματα. Δηλαδή η αποστολή και η εναλλαγή πληροφοριών μεταξύ

των διάφορων υποσυστημάτων με τρόπο τέτοιο ώστε να μην δημιουργείται πρόβλημα σε κανένα στάδιο της διαδικασίας. Αν και ακούγεται αυτονόητο, πρόκειται για ένα αρκετά πολύπλοκο ζήτημα μιας και συνήθως δεν υπάρχουν έτοιμες λύσεις, καθώς όλα τα υποσυστήματα (third party) δεν έχουν υλοποιηθεί απαραίτητα για να επικοινωνούν ή να αλληλεπιδρούν με άλλα. Για παράδειγμα, η κωδικοποίηση (Unicode, ASCII) των δεδομένων προς επεξεργασία μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα καθώς κάθε σύστημα έχει τις δικές του απαιτήσεις και προδιαγραφές και είναι στο χέρι του προγραμματιστή να λύσει αυτά τα προβλήματα και να ρυθμίσει τα συστήματα ανάλογα ώστε τελικά το καθένα να δουλεύει με τον τρόπο που απαιτείται.

2.2 Αρχιτεκτονική του Συστήματος

Όπως ειπώθηκε στην προηγούμενη ενότητα το σύστημα μπορεί να χωριστεί σε δύο βασικά μέρη, τον διακομιστή και τον πελάτη. Καθένα από αυτά τα υποσυστήματα περιέχει και την απαιτούμενη λειτουργικότητα η οποία αναλύεται ως εξής:

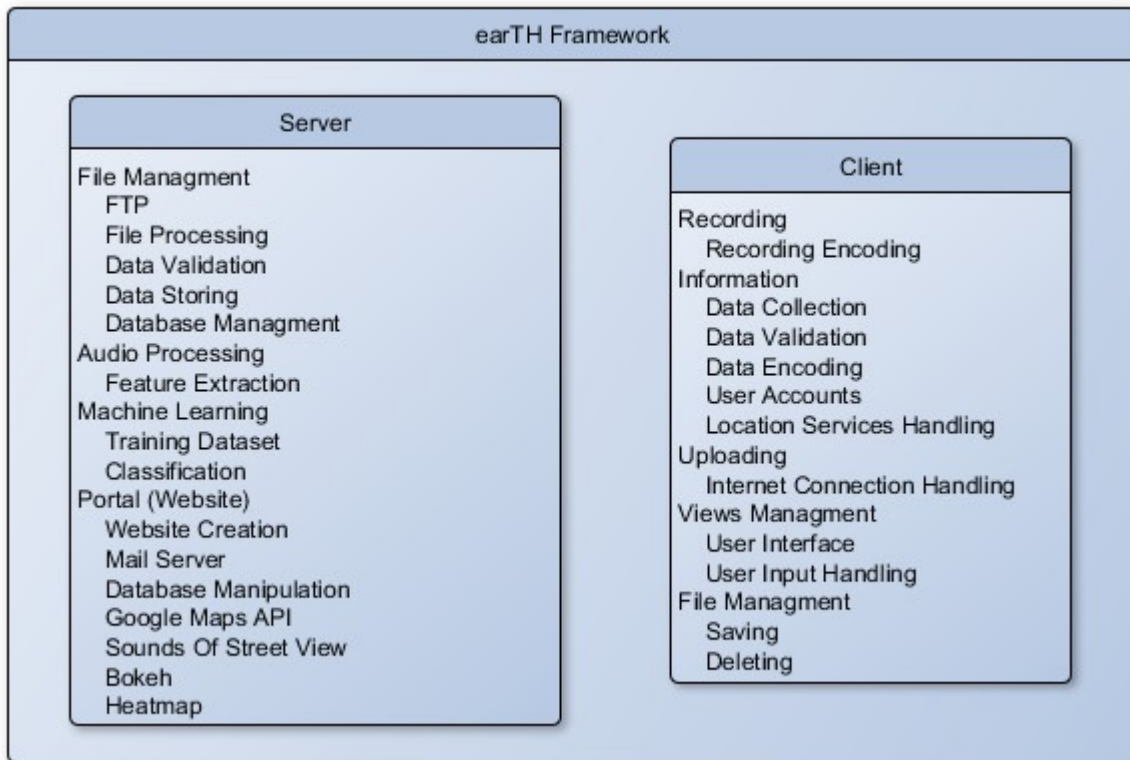
Πελάτης:

- Ηχογράφηση
- Συλλογή και αποθήκευση πληροφοριών / μεταδεδομένων ηχογράφησης
- Μεταφόρτωση αρχείων ηχογράφησης
- Διαχείριση αρχείων ηχογράφησης
- Διαχείριση οπτικής διεπαφής χρήστη

Διακομιστής:

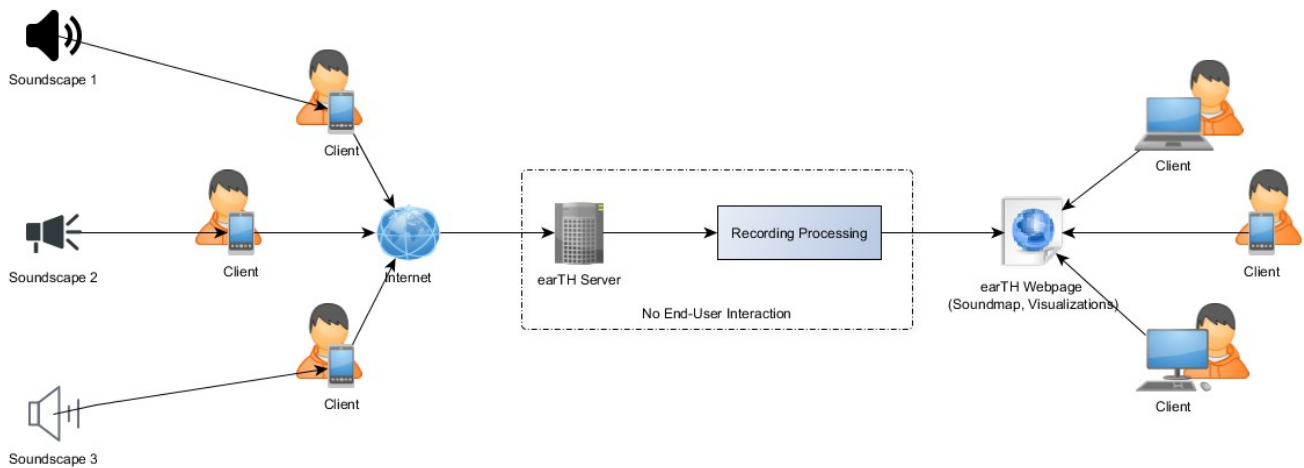
- Διαχείριση αρχείων
- Επεξεργασία αρχείων
- Ηχητική επεξεργασία και εξαγωγή ηχητικών χαρακτηριστικών
- Μηχανική μάθηση (αυτόματη απόδοση ετικέτας)
- Εξυπηρέτηση του ιστοτόπου του συστήματος

Για την παροχή κάποιων εκ των λειτουργιών χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία τρίτων (third party) τα οποία και περιγράφονται στην επόμενη ενότητα. Μια πιο ενδελεχής απεικόνιση των λειτουργιών που αναφέρθηκαν φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5: Άποψη των λειτουργιών του earTH συστήματος

Ενδιαφέρον έχει να ρίξουμε μια ματιά στην σχέση του τελικού χρήστη με το σύστημα. Έτσι, ο τελικός χρήστης έχει στην ουσία δύο τρόπους αλληλεπίδρασης με το σύστημα. Ο χρήστης μπορεί είτε να συνεισφέρει στην ηχητική βάση του συστήματος είτε απλώς να πλοηγηθεί σε αυτήν μέσω των παρεχόμενων τρόπων οπτικοποίησης της (ηχοχάρτης, χάρτης θερμότητας, γραφήματα). Το πρώτο μπορεί να το κάνει αποκλειστικά μέσω της Android εφαρμογής [πελάτη (client)] του συστήματος, ενώ το δεύτερο μπορεί να το κάνει είτε μέσω του πελάτη είτε μέσω οποιουδήποτε σύγχρονου περιηγητή που υποστηρίζει JavaScript (έχει δοκιμαστεί σε Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera, Internet Explorer). Να σημειωθεί ότι η λειτουργία των γραφημάτων δεν είναι διαθέσιμη μέσω του πελάτη του συστήματος. Η διαδικασία αλληλεπίδρασης του τελικού χρήστη με το σύστημα φαίνεται στην εικόνα 6 παρακάτω.



Εικόνα 6: Αλληλεπίδραση τελικού χρήστη με το σύστημα

2.2 Εργαλεία Που Χρησιμοποιήθηκαν

2.2.1 Εργαλεία Οπτικοποίησης

2.2.1.1 SOSV Framework

Το SOSV (Sounds Of Street View) Framework είναι ένα προγραμματιστικό πλαίσιο ανοιχτού κώδικα από την εταιρία Amplifon το οποίο καταφέρνει με την χρήση του Web Audio API και του Google Maps API να εισάγει τον ήχο στους χάρτες της Google δημιουργώντας έτσι μια ολοκληρωμένη εμπειρία πλοήγησης καθώς ο χρήστης είναι σε θέση όχι μόνο να βλέπει την συγκεκριμένη τοποθεσία που επιθυμεί αλλά και να ακούει τους ήχους που απαρτίζουν το ηχοτόπιο τις τοποθεσίας αυτής.

Πρέπει να γίνει σαφές ότι δεν πρόκειται απλά για την αναπαραγωγή ενός ήχου σε μια δεδομένη τοποθεσία αλλά για την επακριβή ηχητική απεικόνιση αυτής. Για τον λόγο αυτό το σύστημα εμπεριέχει ήδη υλοποιημένους όλους τους απαραίτητους υπολογισμούς για την απόδοση ενός ηχοτοπίου σε τρισδιάστατη μορφή (3D Sound). Οι υπολογισμοί αυτοί περιλαμβάνουν:

- Γεωγραφική Τοποθέτηση
- Απόσταση
- Χωροτοποθέτηση

- Προσομοίωση Ανθρώπινης Ακοής
- Νόμο Αντίστροφου Τετραγώνου

Γεωγραφική Τοποθέτηση:

Κάθε ήχος προστίθεται στην εφαρμογή με την χρήση ενός Google σημαδιού (marker). Για να μπορέσει να προστεθεί ένα σημάδι είναι απαραίτητες οι γεωγραφικές του συντεταγμένες (πλάτος, μήκος). Η πληροφορίες αυτές βρίσκονται αποθηκευμένες σε αρχεία τύπου .json τα οποία και προσπελούνται κάθε φορά που εκκινείται η εφαρμογή.

Απόσταση:

Για τον υπολογισμό της απόστασης της ηχητικής πηγής από την θέση του χρήστη χρησιμοποιείται η φόρμουλα Haversine. Η φόρμουλα Haversine είναι μία μαθηματική φόρμουλα η οποία υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο σημείων πάνω σε μία σφαίρα. Η σφαίρα στην περίπτωση αυτή είναι η επιφάνεια της Γης. Τα δύο σημεία είναι θέση του χρήστη και η θέση της ηχητικής πηγής. Χρησιμοποιώντας τα γεωγραφικά πλάτη των δύο αυτών σημείων είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε την απόσταση σε μέτρα του χρήστη από την ηχητική πηγή. Τέλος η απόσταση αυτή μεταφράζεται σε ηχητική ένταση για τον συγκεκριμένο ήχο.

Χωροτοποθέτηση:

Για τον προσδιορισμό της ηχητικής χωροτοποθέτησης υπολογίζεται αρχικά η γωνία επιπέδου μεταξύ της θέσης του χρήστη στον χάρτη και της πηγής. Έπειτα, η κατεύθυνση στην οποία είναι στραμμένος ο χρήστης συμψηφίζεται με την γωνία επιπέδου με αποτέλεσμα την τελική γωνία η οποία μεταφράζεται σε τοποθέτηση στην στερεοφωνική εικόνα.

Προσομοίωση Ανθρώπινης Ακοής:

Είναι γνωστό πως το σχήμα του αυτιού (και όχι μόνο) επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τους ήχους γύρω τους. Για να προσομοιώσει την συμπεριφορά αυτή, το σύστημα εφαρμόζει ένα φίλτρο υψηλής διάβασης (HPF) σε κάθε ήχο που αναπαράγεται. Το φίλτρο αυτό επιτρέπει τον περιορισμό συγκεκριμένων συχνοτήτων σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Όταν για

παράδειγμα ο ήχος βρίσκεται εμπρός του χρήστη, το φίλτρο είναι πλήρως ανοιχτό, αφήνοντας όλες τις συχνότητες να περάσουν. Όταν ο ήχος βρίσκεται όπισθεν του χρήστη το φίλτρο κλείνει, αφαιρώντας κάποιες από τις υψηλές συχνότητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ήχοι μπροστά από τον χρήστη να ακούγονται περισσότερο λαμπεροί και να δίνουν την εντύπωση ότι προεξέχουν, σε αντίθεση με τους ήχους όπισθεν του χρήστη οι οποίοι ακούγονται θαμποί.

Νόμος Αντίστροφου Τετραγώνου:

Ως γνωστόν, κάθε ήχος ακούγεται λιγότερο όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή του. Η μείωση αυτή στην ακουστότητα του ήχου όμως δεν είναι γραμμική. Ο νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου για τον ήχο περιγράφει την εκθετική μείωση της ηχηρότητας του ήχου συναρτήσει της απόστασης. Το σύστημα χρησιμοποιεί τον νόμο αυτό σε συσχετισμό με την απόσταση για να υπολογίσει την ένταση του αναπαραγόμενου ήχου κάθε χρονική στιγμή.

Για την καλύτερη εμπειρία ενδείκνυται η χρήση ακουστικών έτσι ώστε ο περιβάλλον χώρος στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης να μην επηρεάζει το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

2.2.1.2 Bokeh

Για την παροχή των γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανοιχτού κώδικα Bokeh. Το Bokeh είναι μια Python βιβλιοθήκη διαδραστικής απεικόνισης δεδομένων με την μορφή γραφημάτων με στόχευση στους μοντέρνους περιηγητές του διαδικτύου. Σκοπός του λογισμικού είναι η κομψή και συνοπτική αλλά και συνάμα αποδοτική και διαδραστική απεικόνιση ενός σετ δεδομένων. Για αυτόν τον λόγο το Bokeh προσφέρει διάφορους τρόπους αναπαράστασης των δεδομένων, υπο την μορφή προτύπων. Ένα από αυτά τα πρότυπα είναι και το Crossfilter, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του συστήματός μας. Πρόκειται για ένα εργαλείο το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να εξερευνήσει με διαδραστικό τρόπο ένα σετ δεδομένων φιλτράροντας κατά βούληση τα δεδομένα κατά την εφαρμογή τους στις διάφορες διαστάσεις (άξονες) καθώς και να δημιουργεί πολλαπλά υπογραφήματα βάση συγκεκριμένων κριτηρίων.

2.2.1.3 Heatmap

Ο κώδικας για τον χάρτη θερμότητας πάρθηκε από το joyofdata project (ανοιχτού κώδικα) του Raffael

Vogler. Στην ουσία πρόκειται για μια υλοποίηση του Google Maps API. Τα δεδομένα φορτώνονται απο ένα CSV αρχείο (input_heatmap.csv) και έπειτα προβάλλονται ως νέα στρώση πάνω στον χάρτη. Για την προσπέλαση (φόρτωμα) των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη ParaParse. Να σημειωθεί ότι ο πηγαίος κώδικας τροποποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό για τις ανάγκες του συστήματος. Για παράδειγμα ο αρχικός κώδικας δεν επέτρεπε την αυτόματη φόρτωση της βάσης κατα το άνοιγμα της σελίδας του χάρτη θερμότητας, παρα μόνο το άνοιγμα βάσης η οποία βρίσκεται απο την μεριά του χρήστη (user end) και την οποία ο χρήστης θα ανέβαζε εκείνη την στιγμή μέσω της καθιερωμένης φόρμας μεταφόρτωσης που παρέχει η HTML. Όπως είναι αναμενόμενο, κάτι τέτοιο δεν θα μπορούσε να δουλέψει για την περίπτωσή μας, μιας και η βάση βρίσκεται στην μεριά του εξυπηρετητή (server side) και δεν θα ήταν λογικό να ζητείται η οποιαδήποτε περαιτέρω ενέργεια απο την μεριά του χρήστη για την εμφάνιση του χάρτη θερμότητας.

2.2.2 Εργαλεία Μηχανικής Μάθησης – Εξαγωγής Ηχητικής Πληροφορίας

Αν και η διαδικασία υλοποίησης του συστήματος μηχανικής μάθησης που ενσωματώνει το earTH framework είναι πέρα απο την σκοπιά της παρούσας εργασίας, παρακάτω περιγράφονται μερικά απο τα βασικά εργαλεία τα οποία αποτέλεσαν την βάση για την ανάπτυξη και την κατασκευή του.

2.2.2.1 Yaafe

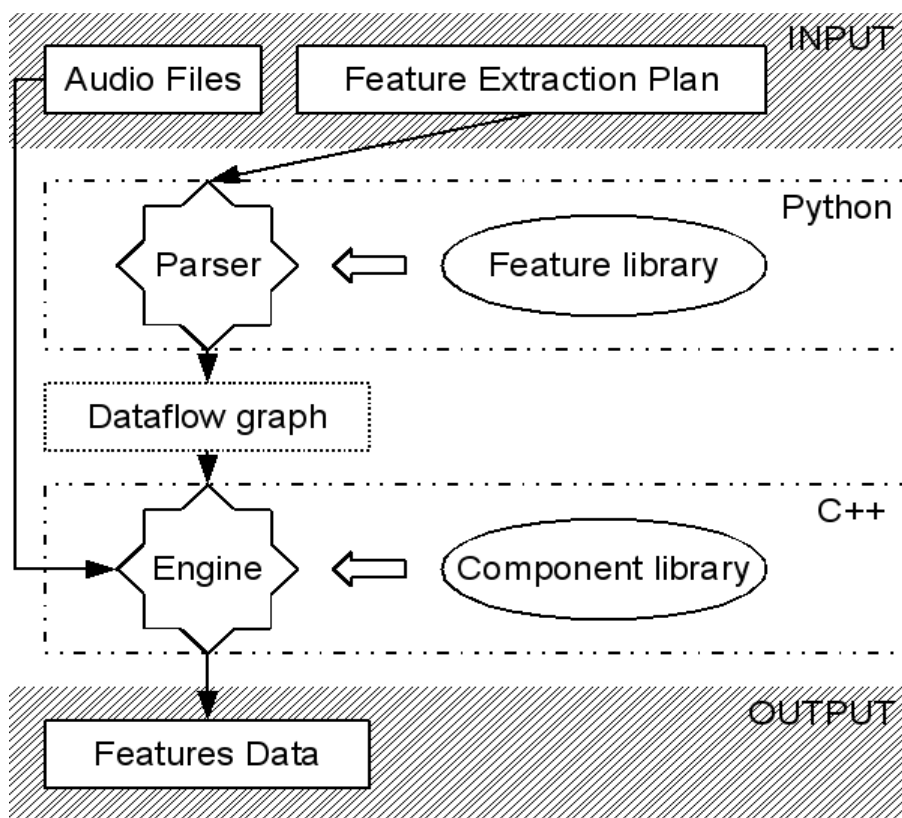
Το Yaafe είναι μια μηχανή/εργαλειοθήκη εξαγωγής ακουστικών χαρακτηριστικών ανοιχτού κώδικα. Η επιλογή έγινε λόγω της ευκολίας χρήσης του και του ότι προσφέρει Python bindings, δηλαδή δυνατότητα εκτέλεσης και προγραμματισμού χρησιμοποιώντας την γλώσσα Python η οποία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς καθ' όλη την ανάπτυξη του συστήματος. Ο χρήστης μπορεί εύκολα να δηλώσει τα χαρακτηριστικά προς εξαγωγή με τις απαραίτητες παραμέτρους και έπειτα να καλέσει την μηχανή εξαγωγής του Yaafe, όλα μέσα απο το ίδιο Python script.

Ένας δεύτερος λόγος ήταν η απόδοσή του. Το Yaafe εντοπίζει αυτόματα κοινές ενδιάμεσες αναπαραστάσεις (περιβάλλουσα φάσματος, αυτοσυσχέτιση κτλ) και τις υπολογίζει μόνο μία φορά. Επίσης, η εξαγωγή πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας χρονικά παράθυρα έτσι ώστε να μπορούν να επεξεργασθούν αρχεία ανεξάρτητου μεγέθους με όσο το δυνατό ελάχιστη κατάληψη χώρου στην μνήμη.

Ένας ακόμη λόγος ήταν η τεράστια γκάμα ακουστικών περιγραφέων που παρέχονται απο το

σύστημα. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι χαμηλού επιπέδου περιγραφείς του πρωτοκόλλου MPEG-7, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό, παρέχονται εγγενώς, γεγονός που διευκόλυνε την διαδικασία εξαγωγής χαρακτηριστικών μιας και δεν χρειάστηκε η παρεμβολή κάποιας άλλης μηχανής εξαγωγής ακουστικών χαρακτηριστικών.

Ένα ακόμη εύχρηστο χαρακτηριστικό που προσφέρει το Yaafe είναι η αυτόματη μετατροπή της συχνότητας δειγματοληψείας του αρχείου εισόδου προλαμβάνοντας έτσι τυχόν σφάλματα που θα μπορούσαν να δημιουργηθούν λόγω αυτής. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το πλάνο εξαγωγής χαρακτηριστικών του Yaafe.



Εικόνα 7: Πλάνο εξαγωγής χαρακτηριστικών Yaafe.

2.2.2.2 Scikit-learn

Το scikit-learn είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο εργαλείων και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για χρήση με την γλώσσα προγραμματισμού Python. Πρόκειται για λογισμικό ανοιχτού κώδικα το οποίο έχει φτιαχτεί με χρήση Python βιβλιοθηκών όπως NumPy, Scipy και άλλα. Χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του μοντέλου κατηγοριοποίησης καθώς και σε άλλα στάδια της διαδικασίας όπως για

παράδειγμα η προεπεξεργασία (preprocessing).

Συνοπτικά το scikit-learn προσφέρει τα εξής:

- Κατηγοριοποίηση (Εντοπισμός σε ποια κατηγορία ανήκει ένα αντικείμενο)
- Οπισθοδρόμηση (Προβλέψη ενός χαρακτηριστικού συνεχούς τιμής που συνδέεται με ένα αντικείμενο)
- Ομαδοποίηση (Αυτόματη ομαδοποίηση παρόμοιων αντικειμένων σε ομάδες)
- Μείωση Διάστασης (Μείωση του αριθμού των τυχαίων μεταβλητών προς εξετάση)
- Επιλογή Μοντέλου (Συγκρίση, αξιολόγηση και επιλογή παραμέτρων και μοντέλου)
- Προεπεξεργασία (Μετασχηματισμός δεδομένων εισόδου, όπως κείμενο, για χρήση με αλγορίθμους μηχανικής μάθησης)

2.2.2.3 NumPy

Το NumPy είναι το βασικό πακέτο για επιστημονικούς υπολογισμούς με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python. Χρησιμοποιήθηκε εκτενώς καθ' όλη την υλοποίηση του συστήματος μηχανικής μάθησης αλλά και του διακομιστή αυτού καθ' αυτού λόγω της ταχύτητας επεξεργασίας και και προσπέλασης πινάκων και βάσεων δεδομένων καθώς και την πληθώρα χρήσιμων συναρτήσεων που παρέχει για διεργασίες πάνω σε δομημένα δεδομένα πολλαπλών διαστάσεων.

2.2.3 Άλλα Εργαλεία

2.2.3.1 ProFTPD

Ο διακομιστής αρχείων ProFTPD χρησιμοποιήθηκε για την εξυπηρέτηση των αρχείων ηχογραφήσεων από τους πελάτες στον διακομιστή. Πρόκειται για δωρεάν λογισμικό ανοιχτού κώδικα, ευρέως διαδεδομένο στα Unix συστήματα, το οποίο χρειάστηκε ελάχιστες ρυθμίσεις για την λειτουργία του, όπως για παράδειγμα την επιλογή του φακέλου στον οποίο θα "ανέβαιναν" τα αρχεία καθώς και τις άδειες (permissions) που θα είχε ο FTP πελάτης στον φάκελο αυτό.

2.2.3.2 Apache Web Server

Ο διακομιστής ιστοσελίδων Apache χρησιμοποιήθηκε (δωρεάν) για την εξυπηρέτηση του ιστοτόπου του συστήματος. Πρόκειται για τον πιο διαδεδομένο και πολυχρησιμοποιημένο διακομιστή HTTP

σελίδων στο διαδίκτυο ο οποίος εξυπηρετεί περίπου το 50% όλων των ιστοσελίδων του διαδικτύου. Εκτός από την εγκατάστασή του στην εικονική μηχανή το μόνο που χρειάστηκε ήταν μία απλή ρύθμιση παραμέτρων που είχαν να κάνουν με την δημόσια διεύθυνση IP του μηχανήματος.

2.2.3.3 Sendmail

Ο διακομιστής ηλεκτρονικών μηνυμάτων ταχυδρομείου (e-mail) Sendmail χρησιμοποιήθηκε για την αποστολή μηνυμάτων μέσω της φόρμας επικοινωνίας που παρέχεται στον ιστότοπο του συστήματος. Πρόκειται για ένα δωρεάν και ανοιχτού κώδικα ενδοδικτυακό λογισμικό δρομολόγησης e-mail το οποίο υποστηρίζει διάφορα είδη μεθόδων μεταφοράς και παράδοσης ταχυδρομείου, συμπεριλαμβανομένου του Απλού Πρωτοκόλλου Μεταφοράς Ταχυδρομείου (SMTP) το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μέσω του Διαδικτύου.

2.2.3.4 Βιβλιοθήκες Πελάτη (B4A Libraries)

AudioRecord:

Η βιβλιοθήκη αυτή χρησιμοποιήθηκε κατά τον προγραμματισμό του πελάτη του συστήματος και συγκεκριμένα για την υλοποίηση της διαδικασίας της ηχογράφησης μέσω PCM κωδικοποίησης σε μορφή αρχείου κυματομορφής (.WAV).

JSON:

Η βιβλιοθήκη αυτή χρησιμοποιήθηκε κατά τον προγραμματισμό του πελάτη του συστήματος και συγκεκριμένα για την υλοποίηση της διαδικασίας αποθήκευσης των πληροφοριών και των μεταδεδομένων της ηχογράφησης σε αρχείο χρησιμοποιώντας κωδικοποίηση JSON.

Location Manager:

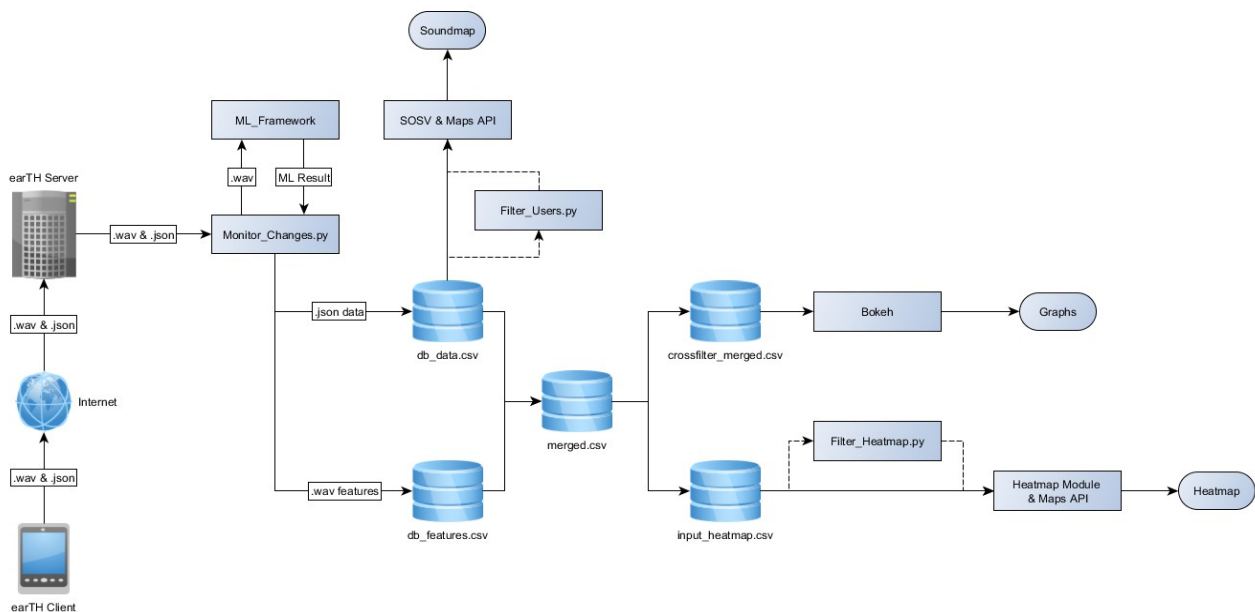
Η βιβλιοθήκη αυτή χρησιμοποιήθηκε κατά τον προγραμματισμό του πελάτη του συστήματος και συγκεκριμένα για την υλοποίηση της διαδικασίας στιγματοθέτησης της ηχογράφησης. Αν και οι τιμές γεωγραφικού πλάτους και μήκους λαμβάνονται μέσω της GPS βιβλιοθήκης (native), η βιβλιοθήκη αυτή (Location Manager) προσφέρει κάποιες χρήσιμες συναρτήσεις οι οποίες βοήθησαν στην ευκολότερη υλοποίηση της όλης διαδικασίας.

2.3 Ο Διακομιστής (earTH Server)

2.3.1 Περιγραφή

Όταν αναφερόμαστε στον διακομιστή στην ουσία μιλάμε για έναν υπολογιστή στον οποίο έχουμε εγκαταστήσει κατάλληλο λογισμικό που του επιτρέπει να επικοινωνεί με άλλα προγράμματα ή συστήματα (πελάτες). Στην συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για εξυπηρετητή πολλαπλών χρήσεων μιας και το σύστημα ενσωματώνει διακομιστή εφαρμογών (application server), διακομιστή μεταφόρτωσης αρχείων (file server), διακομιστή βάσης δεδομένων (database server), διακομιστή ιστοτόπου (web server) καθώς και διακομιστή αλληλογραφίας (mail server) ταυτόχρονα στο ίδιο μηχάνημα.

Όπως είναι κατανοητό πρόκειται για ένα πολυδιάστατο σύστημα το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο υποσυστημάτων τα οποία συνυπάρχουν και συνεργάζονται μεταξύ τους για να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα. Για μια πρώτη ματιά στην κύρια λειτουργία του διακομιστή παραθέτω την παρακάτω εικόνα η οποία και την συνοψίζει. Να σημειωθεί ότι η αναπαράσταση αφορά αποκλειστικά την διαχείριση και την επεξεργασία των εισερχόμενων ηχογραφήσεων από τον διακομιστή που είναι και το ζητούμενο και όχι άλλα σκέλη του συστήματος όπως για παράδειγμα η εξυπηρέτηση του ιστοτόπου ή της αλληλογραφίας.



Εικόνα 8: Σύνοψη της λειτουργίας του διακομιστή

Για την κατανόηση της λειτουργίας του διακομιστή θα χωρίσουμε την όλη διαδικασία σε πέντε στάδια. Θα γίνει αναλυτική επεξήγηση της διαδικασίας σε επόμενο κεφάλαιο.

Στάδιο 1ο - Κατάσταση Αδράνειας:

Αρχικά ο διακομιστής βρίσκεται σε μια κατάσταση αδράνειας. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν λειτουργεί αλλά το ότι περιμένει κάποια εισερχόμενη ηχογράφιση απο τους πελάτες έτσι ώστε να ξεκινήσει η απαιτούμενη αλληλουχία γεγονότων.

Στάδιο 2ο – Εισερχόμενα Αρχεία:

Όταν ο εξυπηρετητής λάβει κάποια νέα ηχογράφιση (αρχείο wav + περιγραφικό αρχείο json) απο κάποιον πελάτη αρχικά θα ελέγξει εάν τα αρχεία έχουν φτάσει σωστά, δηλαδή κάθε ηχογράφιση να έχει απαραίτητα και το περιγραφικό αρχείο που την συνοδεύει. Επίσης θα ελέγξει κάθε ηχογράφιση ως προς την μοναδικότητα της. Συνεπώς, αν η ηχογράφιση για οποιοδήποτε λόγο έχει φτάσει χωρίς το αρχείο περιγραφής της ή εάν υπάρχει ήδη κάποια ηχογράφιση που φέρει το ίδιο όνομα, η νέα ηχογράφιση θα διαγραφεί και η διαδικασία θα λάβει τέλος. Εφόσον η νέα ηχογράφιση περάσει επιτυχώς τους παραπάνω ελέγχους, το αρχείο ήχου θα σταλεί στο σύστημα αυτόματης ταυτοποίησης. Το σύστημα ταυτοποίησης θα αναλύσει την ηχογράφιση ως προς το ηχητικό της περιεχόμενο και το αποτέλεσμα του θα είναι μία ετικέτα κατηγοριοποίησης καθώς και ένα σύνολο απο ηχητικούς περιγραφείς για την συγκεκριμένη ηχογράφιση. Αυτά τα στοιχεία θα αποθηκευτούν υπο την μορφή μεταδεδομένων στο περιγραφικό αρχείο JSON που έφτασε μαζί με την ηχογράφιση. Μετά απο αυτή την διαδικασία τα αρχεία της νέας ηχογράφισης θα αποθηκευτούν.

Στάδιο 3ο – Επεξεργασία Αρχείων:

Το επόμενο βήμα είναι η εγγραφή των μεταδεδομένων απο το αρχείο περιγραφής σε δύο βάσεις δεδομένων, εκ των οποίων στην πρώτη (db_data) γράφονται οι γενικές πληροφορίες της ηχογράφισης ενώ στην δεύτερη (db_features) τα δεδομένα που προέκυψαν απο το σύστημα ταυτοποίησης και περιγράφουν ηχητικά την ηχογράφιση (ηχητικοί περιγραφείς). Οι νέες αυτές εγγραφές καθρεπτίζονται αυτόματα σε άλλες τρεις βάσεις δεδομένων διασφαλίζοντας πάντα ότι οι εγγραφές ανάμεσα στις βάσεις θα είναι σε συμφωνία. Σε αυτό το στάδιο τα αρχεία της ηχογράφισης έχουν αποθηκευτεί σε κατάλληλους φακέλους που ορίζει η δομή φακέλων του συστήματος.

Στάδιο 4ο – Τέλος Διεργασιών:

Στο τέταρτο στάδιο όλες οι απαραίτητες πληροφορίες βρίσκονται εκεί που πρέπει και μέσω κατάλληλων διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (APIs) παρουσιάζονται στον χρήστη είτε με την μορφή σημαδιών στον ηχητικό χάρτη, είτε με την μορφή κουκκίδων στον χάρτη θερμότητας, είτε με την μορφή γραφημάτων. Αυτό, η παρουσίαση δηλαδή των πληροφοριών των ηχογραφήσεων με συγκεκριμένο τρόπο, είναι και το τελικό κομμάτι του συστήματος και αυτό με το οποίο αλληλεπιδρά ο τελικός χρήστης.

Στάδιο 5ο – Διαχείριση Δεδομένων Συστήματος:

Το πέμπτο στάδιο είναι επεμβατικό και έχει να κάνει με την δυνατότητα του διαχειριστή να φιλτράρει κατα βούληση, με διάφορους τρόπους, δεδομένα από τις βάσεις δεδομένων και κατα συνέπεια από τον τελικό χρήστη. Αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε για λόγους διασφάλισης περιεχομένου (π.χ. κωμικές ή υβριστικές ηχογραφήσεις) είτε για λόγους παραμετροποίησης της αναπαράστασης των δεδομένων (π.χ. χάρτης θερμότητας αποκλειστικά για ηχογραφήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί βράδυ κτλ). Για αυτόν τον λόγο έχουν δημιουργηθεί κάποια προγράμματα που δίνουν στον διαχειριστή αυτή την δυνατότητα έχοντας πάντα την επιλογή ανάκλησης των ενεργειών του, χωρίς να είναι καταστροφικά δηλαδή ως προς την ακεραιότητα των δεδομένων.

2.3.2 Δημιουργία Διακομιστή

Για την δημιουργία του διακομιστή χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία ~oceanos. Η υπηρεσία έχει αναπτυχθεί από την ΕΔΕΤ ΑΕ και διατίθεται με τη μορφή δημόσιας υποδομής-ως-υπηρεσία (Infrastructure as a Service). Οι νεφοϋπολογιστικές υπηρεσίες (Cloud Computing) που παρέχει η ΕΔΕΤ ΑΕ υποστηρίζουν τη γρήγορη, εύκολη και ασφαλή πρόσβαση σε εικονικούς υπολογιστικούς πόρους, δίνοντας τη δυνατότητα να οργανώνονται κοινότητες και προηγμένα πειράματα μεγάλης κλίμακας, με σύνθετες δικτυακές τοπολογίες. Η υπηρεσία διατίθεται δωρεάν σε όλα τα άτομα της Ελληνικής ακαδημαϊκής κοινότητας (σπουδαστές, καθηγητές κτλ) και εγγυάται αδιάκοπη καθημερινή λειτουργία, γεγονός που την κατέστησε κατάλληλη για τις ανάγκες μας.

Έτσι, μέσω του γραφικού περιβάλλοντος που παρέχει η υπηρεσία δημιουργήθηκε ένα εικονικό μηχάνημα (Virtual Machine) στο οποίο εγκαταστάθηκε λειτουργικό σύστημα Linux Ubuntu. Για την

διαχείριση του εικονικού μηχανήματος χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα απομακρυσμένης διαχείρισης X2Go, το οποίο παρέχει την δυνατότητα διαχείρισης του απομακρυσμένου συστήματος μέσω γραφικής διεπαφής και διατίθεται δωρεάν.

2.3.3 Διαμόρφωση Διακομιστή

Μετά την δημιουργία του εικονικού μηχανήματος, ακολούθησε η διαμόρφωση (setup) του διακομιστή, η εγκατάσταση δηλαδή του λογισμικού το οποίο είναι απαραίτητο για την ορθή λειτουργία του κατα τους σκοπούς μας. Το λογισμικό αυτό περιλαμβάνει:

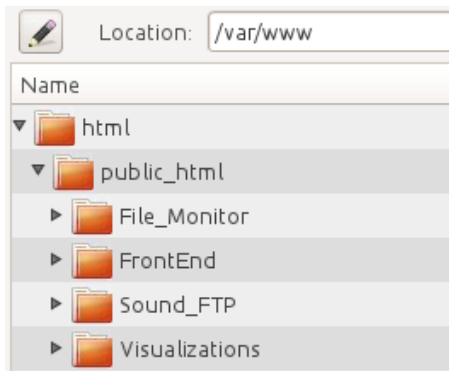
- Λογισμικό Apache για την εξυπηρέτηση της ιστοσελίδας
- Λογισμικό Sendmail για την εξυπηρέτηση της αλληλογραφίας που διατίθεται μέσω της ιστοσελίδας
- Λογισμικό ProFTPD για την εξυπηρέτηση της διαδικασίας μεταφόρτωσης αρχείων
- Βιβλιοθήκες για την εκτέλεση Python κώδικα
- Βιβλιοθήκες κωδικοποιητών πολυμέσων (codecs)
- Βιβλιοθήκες για την εγκατάσταση και λειτουργία προγραμμάτων που έχουν γραφτεί σε γλώσσα C/C++
- Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) προγραμμάτων σε γλώσσα Python

2.3.4 Περιγραφή της Δομής και των Διαδικασιών του Διακομιστή

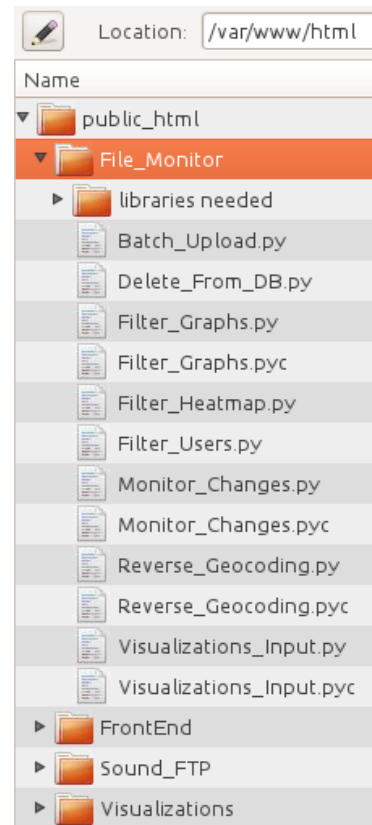
Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η δομή των απαραίτητων φακέλων και αρχείων που βρίσκονται στον διακομιστή και συμβάλλουν στην απρόσκοπτη λειτουργία του.

public_html

Ο φάκελος public_html είναι στην ουσία η «πύλη επικοινωνίας» του διακομιστή με τον «έξω κόσμο», δηλαδή με τους πελάτες. Ονομάζεται public διότι είναι το μόνο μέρος του συστήματος στο οποίο οι αποθηκευμένες πληροφορίες μπορούν να διαβαστούν απο τρίτους. Η δομή του φακέλου public_html φαίνεται στην εικόνα 9 παρακάτω.



Εικόνα 9: Δομή φακέλου *public_html*



Εικόνα 10: Δομή φακέλου *File_Monitor*

File_Monitor

Στον φάκελο *File_Monitor* βρίσκονται όλα τα προγράμματα (αρχεία κώδικα) που έχουν να κάνουν με τις «ζωτικές» λειτουργίες του διακομιστή. Αυτές οι λειτουργίες είναι:

- η παρακολούθηση για νέες ηχογραφήσεις απο τους πελάτες
- η διαχείριση των νέων ηχογραφήσεων
- η ενημέρωση των βάσεων δεδομένων για τις νέες ηχογραφήσεις

Η δομή του φακέλου *File_Monitor* φαίνεται στην εικόνα 10 παραπάνω. Στη συνέχεια περιγράφεται το κάθε αρχείου του εν λόγω φακέλου καθώς και η λειτουργία που επιτελεί μέσα στο σύστημα.

Batch_Upload.py

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μεταφορτώνει μόνο αρχεία τύπου WAV και JSON απο έναν φάκελο σε απομακρυσμένο εξυπηρετητή μέσω FTP πρωτοκόλλου. Το πρόγραμμα καλείται μέσω τερματικού χρησιμοποιώντας την εντολή «python» και έπειτα το όνομα του. Ο φάκελος προς μεταφόρτωση μπορεί

να δοθεί μέσω παραμέτρων τερματικού τερματικού ενώ εάν δεν δοθεί καμία παράμετρος θα χρησιμοποιηθεί ο φάκελος στον οποίο βρίσκεται το πρόγραμμα.

Delete_From_DB.py

Σκοπός αυτού του προγράμματος είναι η διαγραφή μιας υπάρχουσας ηχογράφησης απο το σύστημα με τρόπο τέτοιο ώστε οι εγγραφές ανάμεσα στις βάσεις δεδομένων να παραμένουν συγχρονισμένες. Το πρόγραμμα καλείται μέσω τερματικού χρησιμοποιώντας την εντολή «python» και έπειτα το όνομα του. Εάν το πρόγραμμα κληθεί με παράμετρο τερματικού θα θεωρήσει ότι η παράμετρος αντιπροσωπεύει το όνομα της ηχογράφησης που θέλουμε να διαγράψουμε. Εάν το πρόγραμμα κληθεί χωρίς παράμετρο θα μπει σε μια λειτουργία παρακολούθησης (monitor) των αλλαγών που γίνονται μέσα στον φάκελο που βρίσκονται αποθηκευμένες οι ηχογραφήσεις και για κάθε ηχογράφηση (αρχείο WAV) που θα διαγράψει ο χρήστης, αυτόματα θα διαγράφονται και όλα τα παρελκόμενα με αυτή αρχεία καθώς και θα ενημερώνονται και όλες οι βάσεις δεδομένων για τις νέες αλλαγές. Σε αυτή τη λειτουργία ο χρήστης μπορεί να διαγράψει εύκολα οποιοδήποτε αριθμό ηχογραφήσεων με μία κίνηση.

Filter_Graphs.py

Η ονομασία του συγκεκριμένου προγράμματος μπορεί να είναι κάπως παραπλανητική, ίσως και άστοχη μιας και δεν πρόκειται για φιλτράρισμα της βάσης δεδομένων των γραφημάτων αλλά για φιλτράρισμα και επεξεργασία της βάσης merged.csv έτσι ώστε να προκύψει η βάση των γραφημάτων. Να σημειωθεί ότι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να φιλτράρει την αναπαράσταση της βάσης των γραφημάτων μέσω της γραφικής διεπαφής που του παρέχεται όταν ανοίγει την σελίδα των γραφημάτων.

Filter_Heatmap.py

Σκοπός αυτού του προγράμματος είναι το φιλτράρισμα της βάσης δεδομένων του χάρτη θερμότητας ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες του διαχειριστή. Το πρόγραμμα καλείται μέσω τερματικού χρησιμοποιώντας την εντολή «python» και έπειτα το όνομα του. Κατά την εκκίνηση του ζητάει τις παραμέτρους φιλτραρίσματος απο τον διαχειριστή και έπειτα ξεκινάει την διαδικασία. Εφόσον αυτή ολοκληρωθεί επιτυχώς, μια νέα βάση δεδομένων θα έχει δημιουργηθεί στην ίδια τοποθεσία που βρίσκεται η βάση του χάρτη θερμότητας. Μετονομάζοντας την νέα βάση με την ονομασία της

υπάρχουσας και ανοίγοντας εκ νέου τον χάρτη θερμότητας ο διαχειριστής θα είναι σε θέση να δει και οπτικά πλέον τις αλλαγές που επέφερε η παραμετροποίησή του.

Αυτό δίνει στον διαχειριστή ένα τεράστιο εύρος δυνατοτήτων. Για παράδειγμα σε περίπτωση που το σύστημα χρησιμοποιείται για παρακολούθηση των επιπέδων θορύβου μιας πόλης ο διαχειριστής θα μπορεί μέσω αυτού του προγράμματος να ελέγχει, οπτικά, για παράδειγμα την εναλλαγή των επιπέδων του θορύβου ανάμεσα στους διάφορους μήνες, ή ημέρες ή ακόμα και ωρών της ημέρας.

Filter_Users.py

Το πρόγραμμα έχει ως σκοπό την απόκρυψη των ηχογραφήσεων κάποιου συγκεκριμένου χρήστη απο το σύστημα. Ο λόγος ύπαρξης αυτού του προγράμματος είναι η εξασφάλιση ποιότητας του περιεχομένου. Έτσι εάν ο διαχειριστής αντιληφθεί ότι κάποιος χρήστης ανεβάζει για παράδειγμα υβριστικό περιεχόμενο μπορεί μέσω αυτού του προγράμματος να αποκρύψει απο τους υπόλοιπους χρήστες όλες τις ηχογραφήσεις του με μία κίνηση. Να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο πρόγραμμα δεν διαγράφει τις ηχογραφήσεις παρα μόνο τις αποκρύπτει. Εάν ο διαχειριστής επιθυμεί να επανεμφανίσει τις ηχογραφήσεις του χρήστη μπορεί να το κάνει πάλι μέσω του ίδιου προγράμματος αρκεί να το επιλέξει στο ανάλογο μήνυμα που εμφανίζει το πρόγραμμα κατα την εκκίνησή του. Το πρόγραμμα καλείται μέσω τερματικού χρησιμοποιώντας την εντολή «python» και έπειτα το όνομα του.

Monitor_Changes.py

Πρόκειται για την «καρδιά» του συστήματος μιας και το συγκεκριμένο πρόγραμμα σηματοδοτεί την αρχή αλλά και το τέλος του. Για να λειτουργεί το σύστημα το πρόγραμμα αυτό πρέπει να είναι συνεχώς σε λειτουργία και η τυχόν διακοπή του θα σήμαινε συνεπώς και την αδυναμία του διακομιστή να εξυπηρετήσει νέες ηχογραφήσεις.

Το πρόγραμμα παρακολουθεί το φάκελο στον οποίο φθάνουν οι νέες ηχογραφήσεις απο τους πελάτες και για κάθε νέα ηχογράφιση που εντοπίζει ξεκινάει την απαραίτητη διαδικασία ώστε αυτή (η ηχογράφιση) να γίνει τελικά μέρος του συστήματος. Να σημειωθεί ότι μόνο αρχεία τύπου WAV ή JSON αναγνωρίζονται απο το πρόγραμμα ενώ άλλοι τύποι αρχείων είναι αδιάφοροι ως προς την λειτουργία του. Η διαδικασία αναλύεται ως εξής. Όταν εντοπιστεί μία νέα ηχογράφιση γίνεται ένας έλεγχος για την ύπαρξη ή όχι του αρχείου περιγραφής. Εάν το αρχείο περιγραφής δεν εντοπιστεί αρχικά, το πρόγραμμα θα συνεχίσει να ελέγχει για την ύπαρξη του μέσα στα όρια ενός λογικού*

χρονικού ορίου, πέραν του οποίου η νέα ηχογράφιση θα διαγράφεται έτσι ώστε να μπορέσουν να εξυπηρετηθούν τυχόν επόμενες.

* δεδομένου του μέγιστου χρόνου ηχογράφησης που δίδεται στους πελάτες και της μέσης ταχύτητας δικτύου μπορούμε να υπολογίσουμε, με κάποιο σφάλμα φυσικά (άρα και περαιτέρω χρονική ανοχή), τον χρόνο που χρειάζεται η μεγαλύτερη σε όγκο πληροφοριών ηχογράφιση για να μεταφορτωθεί στον διακομιστή.

Εδώ πρέπει να διευκρινιστεί ότι κατά την διάρκεια μεταφόρτωσης μιας ηχογράφησης στον διακομιστή το αρχείο WAV φαίνεται να υπάρχει στον φάκελο που φτάνουν οι νέες ηχογραφήσεις χωρίς αυτό να σημαίνει όμως ότι έχει ολοκληρωθεί η μεταφόρτωση του. Ο διακομιστής χωρίς να μπορεί να κάνει διαφορετικά εντοπίζει το νέο αρχείο και προσπαθεί να ξεκινήσει την διαδικασία επεξεργασίας της νέας ηχογράφησης. Ο παραπάνω έλεγχος λοιπόν διασφαλίζει ότι η διαδικασία επεξεργασίας θα ξεκινήσει μόνο εφόσον φτάσει και το αρχείο περιγραφής το οποίο φτάνει πάντα μετά την ηχογράφιση την οποία περιγράφει. Επίσης με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζουμε ότι στην περίπτωση που φτάσει μια νέα ηχογράφιση χωρίς το αρχείο περιγραφής της, αυτή δεν θα επεξεργαστεί ασκόπως.

Εφόσον τα αρχεία της ηχογράφησης έχουν φτάσει στον διακομιστή θα ξεκινήσει η διαδικασία επεξεργασίας τους. Πρώτα επεξεργάζεται το αρχείο ήχου. Αρχικά γίνεται ένας έλεγχος μοναδικότητας έτσι ώστε να μην υπάρξουν διπλές εγγραφές στις βάσεις δεδομένων. Έτσι, αν υπάρχει ήδη κάποια ηχογράφιση με τα στοιχεία της νέας, η δεύτερη θα διαγράφει χωρίς να επεξεργαστεί. Εάν λοιπόν η νέα ηχογράφιση περάσει επιτυχώς τον έλεγχο μοναδικότητας το επόμενο στάδιο είναι να μεταφερθεί σε ανάλογο φάκελο (/audio/ βλέπε εικόνα 14) και να «σταλεί» στο σύστημα αυτόματης ταυτοποίησης. Σε αυτό το στάδιο θα εξαχθούν διάφορα ακουστικά χαρακτηριστικά για την ηχογράφιση και κάποια από αυτά θα εγγραφούν στο αρχείο περιγραφής ενώ κάποια άλλα στην βάση δεδομένων db_features. Το τέλος αυτού του σταδίου σηματοδοτεί και το τέλος της επεξεργασίας του αρχείου ήχου και την αρχή της επεξεργασίας του περιγραφικού αρχείου JSON. Κατά τα ίδια το αρχείο υπόκειται σε έλεγχο μοναδικότητας αν και οι πιθανότητες σε αυτό το σημείο να υπάρχει ήδη κάποιο άλλο ίδιο αρχείο είναι μηδαμινές. Έπειτα ξεκινάει η διαδικασία της αντίστροφης γεωκωδικοποίησης (βλέπε επεξήγηση Reverse_Geocoding.py) και τα νέα δεδομένα που προκύπτουν από αυτή γράφονται πίσω στο αρχείο περιγραφής. Μετά από αυτό κάποια δεδομένα του JSON γράφονται με συγκεκριμένη μορφοποίηση σε

ένα νέο αρχείο ίδιου τύπου το οποίο αποθηκεύεται σε ανάλογο φάκελο (/data/ βλέπε εικόνα 14) και είναι απαραίτητο για την λειτουργία του χάρτη ηχογραφήσεων (SOSV Framework). Για τον ίδιο σκοπό δημιουργείται και ένα αρχείου τύπου HTML το οποίο «δείχνει» στο προαναφερθέν αρχείο και αποθηκεύεται σε επιθυμητή τοποθεσία (/src/ βλέπε εικόνα 14). Έπειτα γίνεται μια νέα εγγραφή στη βάση δεδομένων db_data με κάποια απο τα στοιχεία του αρχείου περιγραφής της ηχογράφησης και τελικά το αρχείο μεταφέρεται σε επιθυμητό φάκελο (/jsons/ βλέπε εικόνα 14).

Στο σημείο αυτό οι βάσεις δεδομένων db_data και db_features είναι πια ενημερωμένες με την νέα ηχογράφηση και μέσω αυτών των δυο δημιουργείται μια τρίτη βάση η οποία περιέχει τα δεδομένα των δύο προηγούμενων και ονομάζεται merged. Μέσω της βάσης merged δημιουργούνται εκ νέου δύο βάσεις δεδομένων (βλέπε Visualizations_Input.py κ' Filter_Graphs.py) οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον χάρτη θερμότητας και για τα διαγράμματα. Τέλος η ανανεωμένη βάση δεδομένων db_data αντιγράφεται σε επιθυμητή τοποθεσία (/FrontEnd/ βλέπε εικόνα 11) έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί για την εξυπηρέτηση της "Recently Added" λειτουργίας που παρέχεται μέσω της ιστοσελίδας του συστήματος.

Reverse_Geocoding.py

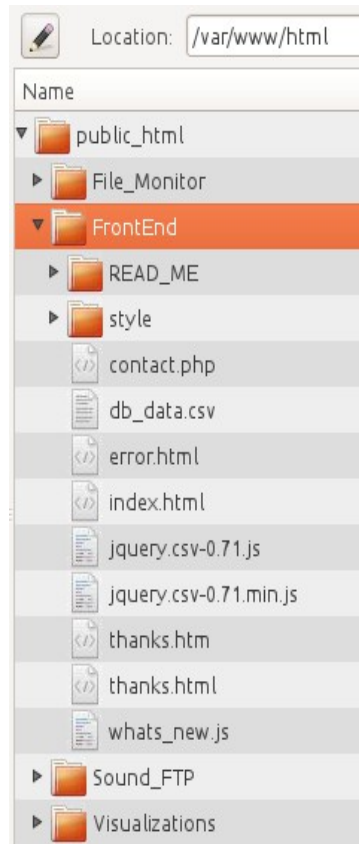
Το πρόγραμμα αυτό διαβάζει τις γεωγραφικές συντεταγμένες απο το περιγραφικό αρχείο κάθε νέας ηχογράφησης και χρησιμοποιώντας την μέθοδο της αντίστροφης γεωκωδικοποίησης βρίσκει την χώρα, την πόλη και την οδό, εάν είναι δυνατό, όπου πραγματοποιήθηκε η ηχογράφηση. Τα νέα στοιχεία γράφονται σε μετέπειτα στάδιο πίσω στο περιγραφικό αρχείο.

Visualizations_Input.py

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα εκτελεί δύο διαφορετικές διαδικασίες. Η πρώτη είναι η ενοποίηση των βάσεων δεδομένων db_data.csv και db_features.csv σε μία, την merged.csv. Η δεύτερη είναι η δημιουργία της βάσης δεδομένων του χάρτη θερμότητας, input_heatmap.csv, η οποία προκύπτει έπειτα απο επεξεργασία της βάσης merged.csv.

FrontEnd

Μέσα στον φάκελο FrontEnd εμπεριέχονται όλα εκείνα τα αρχεία που είναι απαραίτητα για την δημιουργία και την λειτουργία της ιστοσελίδας του συστήματος. Η δομή του φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 11: Δομή φακέλου FrontEnd

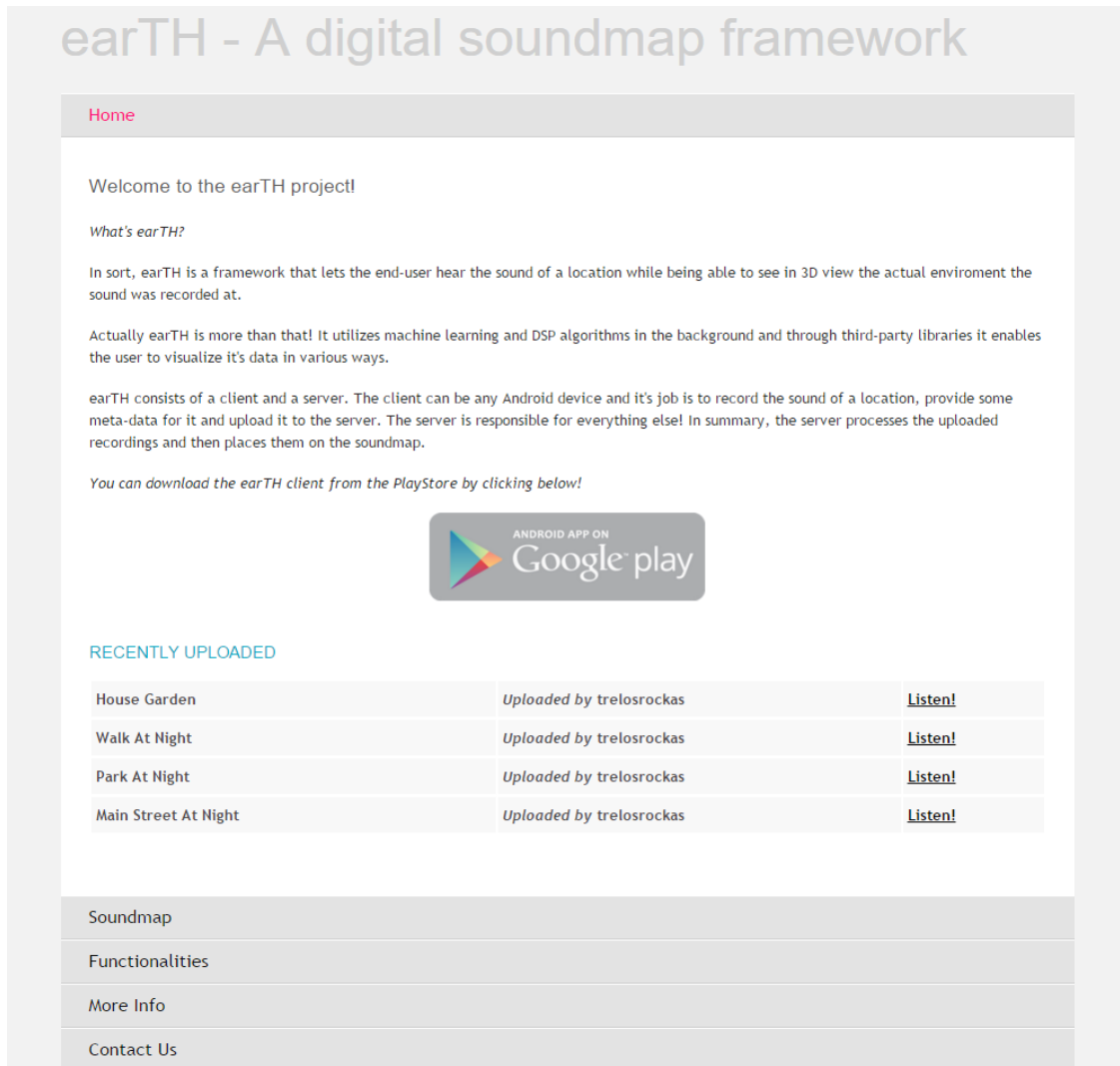
2.3.5 Δημιουργία του Ιστοτόπου

Για την ανάπτυξη του ιστοτόπου του συστήματος χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο απο ελεύθερα διαθέσιμους πόρους (π.χ. δωρεάν πρότυπα) όπως επίσης και γλώσσες διαδικτυακού προγραμματισμού (HTML, CSS, JS, PHP).

Η όλη διαδικασία συνοψίζεται ως εξής:

- Εγκατάσταση κατάλληλου λογισμικού (web server)
- Εύρεση κατάλληλου προτύπου (template)

- Παραμετροποίηση του προτύπου ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος
- Εισαγωγή περαιτέρω λειτουργικότητας



Εικόνα 12: Άποψη ιστοσελίδας συστήματος

index.html

Πρόκειται για το αρχείο HTML κώδικα απο το οποίο αποτελείται η ιστοσελίδα του συστήματος. Κάθε φορά που κάποιος πελάτης συνδέεται στον εν λόγω ιστότοπο, ο περιηγητής του πελάτη διαβάζει το αρχείο αυτό και εμφανίζει στον χρήστη την άποψη της σελίδας. Οτιδήποτε υπάρχει στην σελίδα και μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτό ο χρήστης βρίσκεται σε αυτό το αρχείο.

whats_new.js

Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιείται για την "Recently Uploaded" λειτουργία (βλέπε εικόνα 12) που παρέχεται μέσω της ιστοσελίδας. Διαβάζει τις τέσσερις τελευταίες εγγραφές από την βάση db_data και τις εκτυπώνει στην σελίδα κάθε φορά που γίνεται η φόρτωσή της. Για την ορθή λειτουργία αυτής της συνάρτησης έχουν παρθεί κάποια μέτρα ώστε οι περιηγητές να μην κρατάνε δεδομένα προσωρινής αποθήκευσης (cached data) για την σελίδα αλλά να την φορτώνουν κάθε φορά εκ νέου. Αυτό γίνεται για να διασφαλιστεί η εκτέλεση της συνάρτησης κάθε φορά, ώστε ο χρήστης να βλέπει εγγραμμένα, πάντα τις τελευταίες ηχογραφήσεις. Για την δημιουργία της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε μία μίξη Javascript, HTML και jQuery.

contact.php

Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται για την λειτουργία της φόρμας επικοινωνίας που διατίθεται μέσω της σελίδας υπο την καρτέλα "Contact Us". Η δουλειά της είναι να διαβάζει τα δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης στην φόρμα επικοινωνίας, να κάνει έναν έλεγχο εγκυρότητας των, και έπειτα να τα στέλνει αυτοματοποιημένα στην αλληλογραφία του διαχειριστή. Εάν ο χρήστης εισάγει μη έγκυρα δεδομένα, όταν προσπαθήσει να στείλει το μήνυμα, η διαδικασία δεν θα προχωρήσει και θα του εμφανιστεί κατάλληλο μήνυμα σε νέα σελίδα. Εφόσον ο χρήστης διορθώσει τα απαιτούμενα στοιχεία η διαδικασία θα μπορέσει να συνεχιστεί. Για να είναι εφικτή τέτοιου είδους λειτουργικότητα (αυτοματοποιημένη αλληλογραφία) στον διακομιστή έπρεπε να εγκατασταθεί και να ρυθμιστεί κατάλληλα, λογισμικό εξυπηρέτησης αλληλογραφίας (mail server). Έτσι, η διαδικασία μέσω της γλώσσας PHP είναι σε θέση να χρησιμοποιεί το λογισμικό αυτό (Sendmail) για την αποστολή των μηνυμάτων.

thanks.html

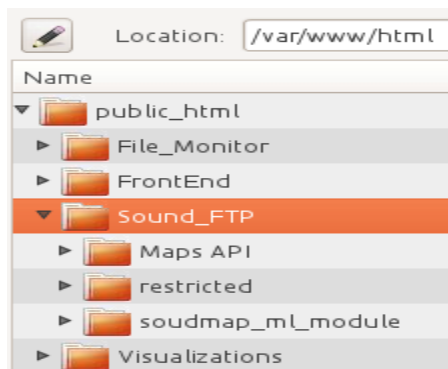
Όπως ειπώθηκε παραπάνω, πριν η διαδικασία αποστολής αλληλογραφίας αποστείλει το μήνυμα, εκτελεί έναν έλεγχο εγκυρότητας των εισαχθέντων δεδομένων. Εάν τα δεδομένα πληρούν τα απαραίτητα κριτήρια, θα περάσουν επιτυχώς τον έλεγχο, το μήνυμα θα αποσταλεί και ο χρήστης θα μεταφερθεί σε σελίδα η οποία θα τον πληροφορεί για την επιτυχία της διαδικασίας. Το αρχείο thanks.html αποτελεί αυτή τη σελίδα.

error.html

Εάν για κάποιο λόγο η υπηρεσία αλληλογραφίας δεν μπορεί να εξυπηρετήσει το μήνυμα, άσχετα με την εγκυρότητα των εισαχθέντων στοιχείων, τότε ο χρήστης θα μεταφερθεί σε σελίδα η οποία θα τον πληροφορεί για την αποτυχία της διαδικασίας. Το αρχείο error.html αποτελεί αυτή τη σελίδα.

Sound_FTP

Ο φάκελος Sound_FTP είναι ο φάκελος στον οποίον μεταφορτώνονται οι ηχογραφήσεις απο τους πελάτες. Περιέχει άλλους δύο σημαντικούς για την λειτουργία του συστήματος φακέλους, τον Maps Api και τον soundmap_ml_module. Ο πρώτος περιέχει όλο το SOSV πλαίσιο (βλέπε SOSV Framework σελ. 24) καθώς και το API των χαρτών της Google. Ο δεύτερος φάκελος περιέχει το σύστημα αυτοματοποιημένης ταυτοποίησης το οποίο χρησιμοποιείται για την αυτόματη απόδοση ετικετών των ηχογραφήσεων.



Εικόνα 13: Δομή φακέλου Sound_FTP

/src/

Ο φάκελος /src/ αποτελεί υποφάκελο του Maps API και μέρος του SOSV πλαισίου απαραίτητο για την λειτουργία του. Φιλοξενεί ένα πλήθος υποφακέλων και αρχείων καίριας σημασίας που θα περιγραφούν παρακάτω. Η δομή του φαίνεται στην εικόνα 14 παρακάτω.

Name	Size	Type	Date Modified
build	1 item	Folder	Δευ 22 Ιούν 2015 05:53
src	49 items	Folder	Δευ 08 Φεβ 2016 04:04
audio	70 items	Folder	Τρι 02 Φεβ 2016 01:37:
csv	2 items	Folder	Τρι 02 Φεβ 2016 01:37:
data	35 items	Folder	Τρι 02 Φεβ 2016 01:37:
images	5 items	Folder	Τετ 07 Οκτ 2015 03:09:5
img	8 items	Folder	Δευ 22 Ιούν 2015 05:53
js	4 items	Folder	Δευ 22 Ιούν 2015 05:53
jsons	35 items	Folder	Τρι 02 Φεβ 2016 01:37:
48b3b16d3f5670bf_1...	1.6 kB	HTML document	Δευ 05 Οκτ 2015 10:42:

Εικόνα 14: Δομή φακέλου src

/audio/

Σε αυτόν τον φάκελο αποθηκεύονται οι ηχογραφήσεις μετά την επεξεργασία τους από το σύστημα αυτοματοποιημένης ταυτοποίησης. Για κάθε ηχογράφιση υπάρχει και ένα αρχείο τύπου .ceps.npy το οποίο προέρχεται από την επεξεργασία της ηχογράφησης. Όταν ο χρήστης ακούει έναν ήχο είτε μέσω της διεπαφής στον χάρτη (audio player) είτε μέσω της ακρόασης σε επίπεδο δρόμου το σύστημα φορτώνει τον ήχο από αυτόν τον φάκελο.

/csv/

Στο φάκελο csv αποθηκεύεται η ενοποιημένη βάση δεδομένων που προκύπτει από τις δύο αρχικές (db_data & db_features) και μέσω της οποίας προκύπτουν οι βάσεις για τον χάρτη θερμότητας (input_heatmap) και τα γραφήματα (crossfilter_merged).

/data/

Στον φάκελο data αποθηκεύονται αρχεία τύπου JSON τα οποία προκύπτουν κυρίως από επεξεργασία του αρχικού JSON που έρχεται μαζί με την ηχογράφιση. Τα αρχεία αυτά χρησιμοποιούνται από το SOSV σύστημα και περιέχουν τις κατάλληλες πληροφορίες που αυτό απαιτεί για την επιτυχή

αναπαραγωγή ενός ήχου σε επίπεδο δρόμου.

/jsons/

Σε αυτόν τον φάκελο αποθηκεύονται τα αρχεία περιγραφής των ηχογραφήσεων (JSON) μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας τους απο το σύστημα.

db_data.csv

Η βάση δεδομένων db_data περιέχει τα απαιτούμενα για την περιγραφή μιας ηχογράφησης στοιχεία. Η βάση αυτή χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των σημαδιών στον ηχητικό χάρτη καθώς και για τις πληροφορίες που μπορεί να δει για την εκάστοτε ηχογράφηση ο χρήστης μέσω της διεπαφής που εμφανίζεται μετά απο την επιλογή κάποιου σημαδιού.

Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε αυτή την βάση για κάθε ηχογράφηση είναι:

- Description (Περιγραφή\Τίτλος της ηχογράφησης)
- Uploader (Όνομα/Ψευδώνυμο του πελάτη)
- Street (Η οδός που έγινε η ηχογράφηση, αν υπάρχει)
- City (Η πόλη που έγινε η ηχογράφηση, αν υπάρχει)
- Country (Η χώρα που έγινε η ηχογράφηση)
- Latitude (Γεωγραφικό πλάτος όπου έγινε η ηχογράφηση)
- Longitude (Γεωγραφικό μήκος όπου έγινε η ηχογράφηση)
- Equipment (Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε)
- tag1 (Πρώτη ετικέτα χρήστη)
- tag2 (Δεύτερη ετικέτα χρήστη)
- tag3 (Τρίτη ετικέτα χρήστη)
- Predefined_tag (Προεπιλεγμένη ετικέτα)
- Predicted_tag (Ετικέτα πρόβλεψης προερχόμενη απο το σύστημα αυτόματης απόδοσης ετικέτας)
- Loudness (Ακουστότητα/Ηχηρότητα της ηχογράφησης)
- Rec_Date (Ημερομηνία και ώρα που έγινε η ηχογράφηση)
- son_url (Γραμματοσειρά η οποία δείχνει σε ένα αρχείο τύπου HTML απαραίτητο για την

λειτουργία του συστήματος. Χρησιμοποιείται επίσης για τον συγχρονισμό των εγγραφών ανάμεσα στις βάσεις)

- Hidden (Τιμή η οποία χρησιμοποιείται για την απόκρυψη/εμφάνιση μιας ηχογράφησης απο τον ηχητικό χάρτη)

db_features.csv

Η βάση db_features περιέχει δεδομένα τα οποία αφορούν τα ακουστικά χαρακτηριστικά της κάθε ηχογράφησης. Η βάση περιέχει τα εξής στοιχεία για την κάθε ηχογράφηση:

- filename (Το όνομα του αρχείου της ηχογράφησης. Χρησιμοποιείται για τον συγχρονισμό των εγγραφών ανάμεσα στις βάσεις)
- energy (η συνολική ενέργεια της ηχογράφησης (μέσος όρος όλων των παραθύρων))
- loudness (η ηχηρότητα της ηχογράφησης)
- centroid (πρόκειται για τον υπολογισμό του κέντρου βάρους της ενέργειας των λογαριθμικά τοποθετημένων περιοχών του φάσματος. Επομένως είναι μια ένδειξη για το εάν στο φασματικό περιεχόμενο του σήματος κυριαρχούν οι υψηλές ή οι χαμηλές συχνότητες)
- spread (πρόκειται τη διασπορά (variance) της ενέργειας των λογαριθμικά τοποθετημένων περιοχών του φάσματος γύρω από το audio spectrum centroid. Αυτός το χαρακτηριστικό δείχνει το κατά πόσο η ενέργεια είναι συγκεντρωμένη ή εξαπλωμένη έξω από το φάσμα και επομένως μπορεί να βοηθήσει στη διάκριση μεταξύ τονικών ήχων και θορύβων)
- skewness (πρόκειται για την ασυμμετρία της πιθανοτικής κατανομής του φάσματος του ηχητικού σήματος)
- kurtosis (η κύρτωση δείχνει την παρουσία μεγάλων αιχμών σε ένα σύνολο δεδομένων)

Example.html

Πρόκειται για αρχείο το οποίο χρησιμοποιείται ως πρότυπο για την δημιουργία άλλων παρόμοιων αρχείων. Κάθε ηχογράφηση έχει ένα τέτοιο αρχείο αποθηκευμένο στον φάκελο /src/ με το όνομα της. Το αρχείο αυτό δείχνει σε ένα άλλο αρχείο τύπου JSON (δες επεξήγηση data φακέλου) το οποίο χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή ενός ήχου σε επίπεδο δρόμου.

map.js

Το αρχείο αυτό φορτώνεται κάθε φορά που ανοίγει η σελίδα του ηχητικού χάρτη και διαχειρίζεται τα πάντα που έχουν σχέση με αυτόν. Στην ουσία ο ηχητικός χάρτης δημιουργείται μέσω αυτού του αρχείου. Μετά την δημιουργία του χάρτη (χρήση Google Maps API) φορτώνεται επίσης και το γραφικό του στυλ. Έπειτα διαβάζεται η βάση δεδομένων db_data και τα ζητούμενα στοιχεία της χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση των ηχογραφήσεων στον χάρτη. Για παράδειγμα, για κάθε διαθέσιμη ηχογράφιση (κάθε γραμμή της βάσης db_data) η διαδικασία αυτή διαβάζει το γεωγραφικό πλάτος και μήκος και έτσι είναι σε θέση να το τοποθετήσει το σημάδι που θα αναπαριστά την εκάστοτε ηχογράφιση στο σωστό σημείο του χάρτη. Η βασική λειτουργία αυτού του αρχείου συνοψίζεται ως εξής:

- Δημιουργία του παγκόσμιου χάρτη μέσω χρήσης του Google Maps API
- Φόρτωμα του επιλεγμένου γραφικού στυλ για τον χάρτη
- Προσπέλαση της βάσης db_data για την εξαγωγή των απαραίτητων στοιχείων για κάθε ηχογράφιση
- Τοποθέτηση των σημαδιών αλλά και του πληροφοριακού παραθύρου (εμφανίζεται με κλικ στο σημάδι) στον χάρτη για κάθε ηχογράφιση

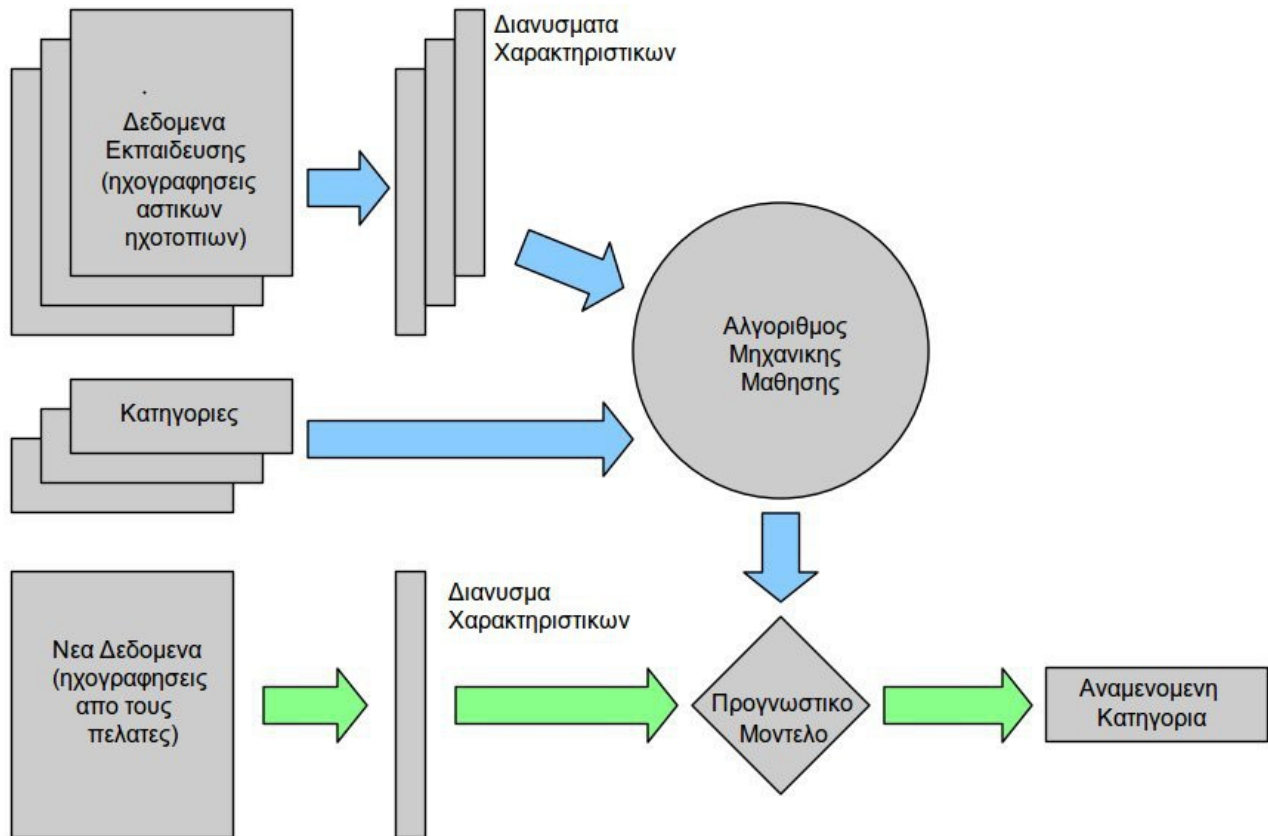
Το αρχείο εκτελεί και άλλες διαδικασίες όπως για παράδειγμα το αυτόματο κεντράρισμα του χάρτη στην περιοχή του χρήστη ή το πώς θα διαχειριστεί η σελίδα το κλικ πάνω σε ένα σημάδι και άλλα τα οποία είναι δευτερεύουσας σημασίας και ξεφεύγουν από την σκοπιά της παρούσας εργασίας.

soudmap_ml_module

Μέσα σε αυτόν τον φάκελο εμπεριέχονται όλα τα απαραίτητα αρχεία για την ορθή λειτουργία του συστήματος αυτοματοποιημένης απόδοσης ετικέτας. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο σύστημα μηχανικής μάθησης το οποίο κατασκευάστηκε κατά διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του Δρ. Παναγιώτη Ζέρβα, η αναλυτική επεξήγηση της υλοποίησης του οποίου (του συστήματος) βρίσκεται έξω από την σκοπιά της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ωστόσο, μιας και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του όλου συστήματος, η περιγραφή της βασικής λειτουργίας του αποτελεί βασικό κρίκο για την ολοκληρωμένη κατανόηση του συστήματος από τον αναγνώστη.

Όπως ειπώθηκε παραπάνω ο σκοπός του υποσυστήματος αυτού είναι η αυτόματη απόδοση

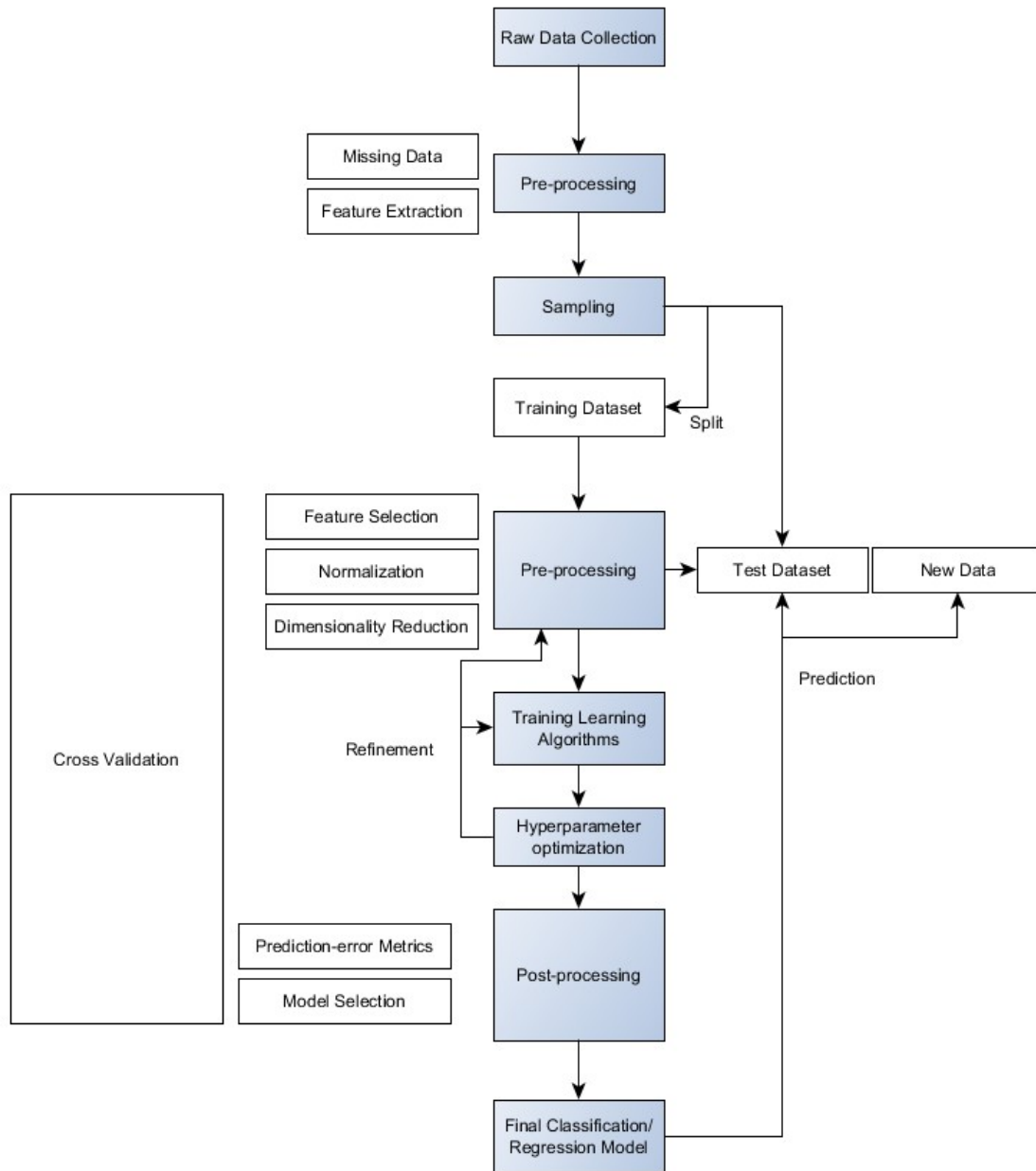
ετικέτας μιας ηχογράφησης. Με άλλα λόγια το σύστημα καλείται να πάρει μια απόφαση για τον τύπο της ηχογράφησης αναλύοντας διάφορους παράγοντες. Την απόφαση αυτή καλείται να πάρει ο "εγκέφαλος" του συστήματος, το λεγόμενο μοντέλο ή αλγόριθμος κατηγοριοποίησης (classification model). Το μοντέλο για να είναι σε θέση να πάρει κάποια απόφαση πρέπει πρώτα να έχει εκπαιδευτεί. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα δεδομένα εκπαίδευσης. Πρόκειται για ένα σετ δεδομένων τα οποία έχουν συλλεχθεί με συγκεκριμένο τρόπο και σκοπό, τα οποία καλούνται να προετοιμάσουν όσο το δυνατόν καλύτερα τον αλγόριθμο κατηγοριοποίησης έτσι ώστε αυτός με τη σειρά του να παίρνει όσο το δυνατόν σωστότερες αποφάσεις ή "μαντεψιές". Στην περίπτωση μας τα δεδομένα εκπαίδευσης είναι ηχογραφήσεις διάφορων ηχοτοπίων πόλης, πράγμα καθόλου τυχαίο μιας και το σύστημα μας κατα κύριο λόγο θα κληθεί να ταυτοποιήσει τέτοιου τύπου ηχητικά τοπία. Παρακάτω απεικονίζεται μια γενική περιγραφή της λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος.



Εικόνα 15: Μοντέλο περιγραφής συστήματος επιτηρούμενης μηχανικής μάθησης

Όπως γίνεται κατανοητό, τέτοιου τύπου συστήματα βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην στατιστική ανάλυση και στην εξόρυξη δεδομένων και απαιτούνται αρκετά περισσότερα στάδια για την υλοποίησή

τους εκτός του μοντέλου και της εκπαίδευσης. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται μία αναλυτικότερη περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθείται καθώς και τα μέρη απο τα οποία αποτελείται ένα τέτοιο σύστημα. Να σημειωθεί εδώ ότι στις εν λόγω εικόνες απεικονίζεται η διαδικασία που ακολουθούν συστήματα μηχανικής μάθησης τα οποία βασίζονται στην επιβλεπόμενη μάθηση ή μάθηση με επίβλεψη (supervised learning) μιας και το σύστημα μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται στην περίπτωση μας εμπίπτει σε αυτή την κατηγορία.



Εικόνα 16: Μοντέλο αναλυτικής περιγραφής συστήματος επιτηρούμενης μηχανικής μάθησης

Το μοντέλο ή αλγόριθμος κατηγοριοποίησης που χρησιμοποιήθηκε στην περίπτωση μας ήταν το Διάνυσμα Υποστήριξης Μηχανής (SVM). Η επιλογή δεν έγινε τυχαία, αλλά προέκυψε ως αποτέλεσμα state of the art μελέτης πάνω στα συστήματα μηχανικής μάθησης με εφαρμογές στον ήχο και κυρίως στην κατηγοριοποίηση ηχητικών δειγμάτων. Για την υλοποίηση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη scikit-learn η οποία περιέχει διάφορους ταξινομητές εκτός του SVM, κάποιοι εκ των οποίων δοκιμάστηκαν χωρίς επιτυχία.

Κάποια από τα πλεονεκτήματα του SVM είναι:

- Αποτελεσματικός σε πολυδιάστατα δεδομένα
- Αποτελεσματικός ακόμα και σε περιπτώσεις όπου ο αριθμός των διαστάσεων είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των δειγμάτων
- Χρησιμοποιεί μόνο ένα μέρος των σημείων εκπαίδευσης στην συνάρτηση απόφασης καθιστώντας τον αποδοτικό από άποψη χρήσης μνήμης

Κάποια από τα μειονεκτήματα του SVM είναι:

- Αν ο αριθμός των χαρακτηριστικών είναι πολύ μεγαλύτερος του αριθμού των δειγμάτων, η μέθοδος είναι πιθανό να δώσει φτωχές αποδόσεις
- Δεν παρέχει άμεσα εκτιμήσεις πιθανοτήτων, αλλά αυτές προκύπτουν από μία υπολογιστικά δαπανηρή διαδικασία η οποία ονομάζεται ενδοπιστοποίηση (five-fold cross-validation)

Όσον αφορά τα δεδομένα εκπαίδευσης, χρησιμοποιήθηκε μία έτοιμη βάση ηχητικών δεδομένων η οποία περιέχει ήχους ηχογραφημένους σε διάφορα σημεία στην πόλη των Χανίων και του Ρεθύμνου. Για την δημιουργία της, πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις κατά την διάρκεια ηχητικών περιπάτων (soundwalks) περίπου δεκαπέντε λεπτών. Οι τοποθεσίες που επιλέχθηκαν κάλυπταν ένα μεγάλο φάσμα ηχητικών σκηνών και δραστηριοτήτων της πόλης (ανθρώπινη πληρότητα, πάρκα, δρόμους, οδική κίνηση, πεζόδρομους κ.α.). Για την αποτύπωση των εναλλαγών στο αστικό ηχοτοπίο, ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν σε:

- ώρες γραφείου (10πμ – 2μμ κ' 5μμ – 9μμ)
- νυχτερινές ώρες (1πμ – 3πμ)

Οι διαφορετικές ώρες ηχογράφησης κατέληξαν και σε ξεχωριστές κλάσεις (π.χ. mainstreet_office,

mainstreet_night). Έτσι προέκυψαν τελικά εννέα κλάσεις ηχητικών συμβάντων.

Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση επαγγελματικού φορητού εγγραφέα και αποθηκεύτηκαν σε μορφή WAV με την συχνότητα δειγματοληψίας να είναι στα 44.1 KHz και την ανάλυση στα 16 bit.

Η ηχητική βάση η οποία προέκυψε αποτελούνταν από συνολικά πέντε κατηγορίες αστικών τοποθεσιών οι οποίες φαίνονται παρακάτω (βλέπε πίνακα 1).



Εικόνα 17: Τοποθεσίες ηχογραφήσεων στην πόλη των Χανίων



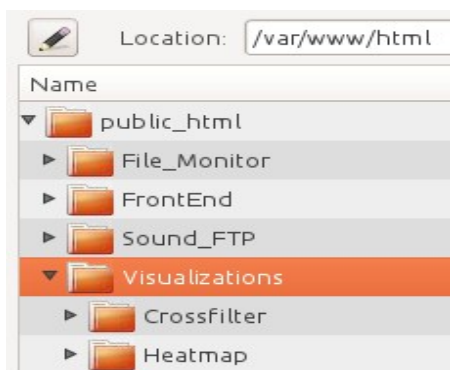
Εικόνα 18: Τοποθεσίες ηχογραφήσεων στην πόλη του Ρεθύμνου

Κατηγορία	square_office	square_night	sidestreet_office
Αριθμός Ηχογραφήσεων	12	12	12
Κατηγορία	sidestreet_night	mainstreet_office	mainstreet_night
Αριθμός Ηχογραφήσεων	12	12	12
Κατηγορία	park_office	pedestrian_office	pedestrian_night
Αριθμός Ηχογραφήσεων	12	12	12

Πίνακας 1: Οι κατηγορίες των ηχητικών δειγμάτων αστικού ηχοτοπίου που περιέχονται στην βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε

2.3.6 Visualizations

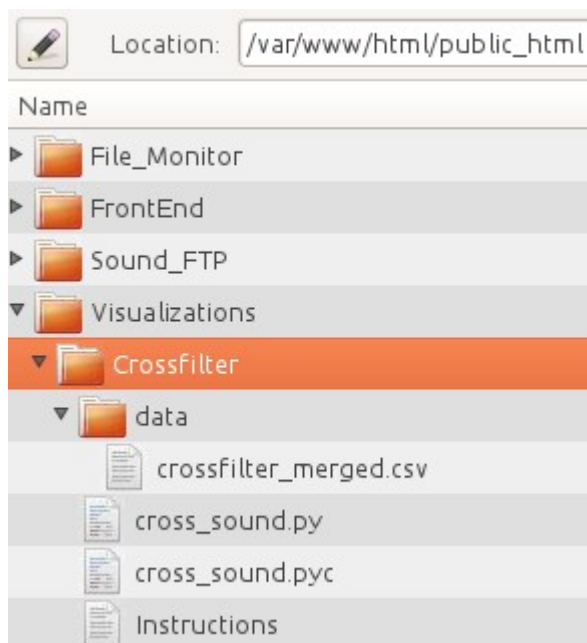
Μέσα στον φάκελο Visualizations εμπεριέχονται τα απαραίτητα αρχεία που χρησιμοποιούνται για την γραφική αναπαράσταση των δεδομένων του συστήματος. Στον φάκελο υπάρχουν δυο υποφάκελοι που αναλογούν στους δυο διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορούν να αναπαρασταθούν γραφικά τα δεδομένα. Οι δύο υποφάκελοι Crossfiler και Heatmap περιγράφονται παρακάτω.



Εικόνα 19: Δομή φακέλου Visualizations

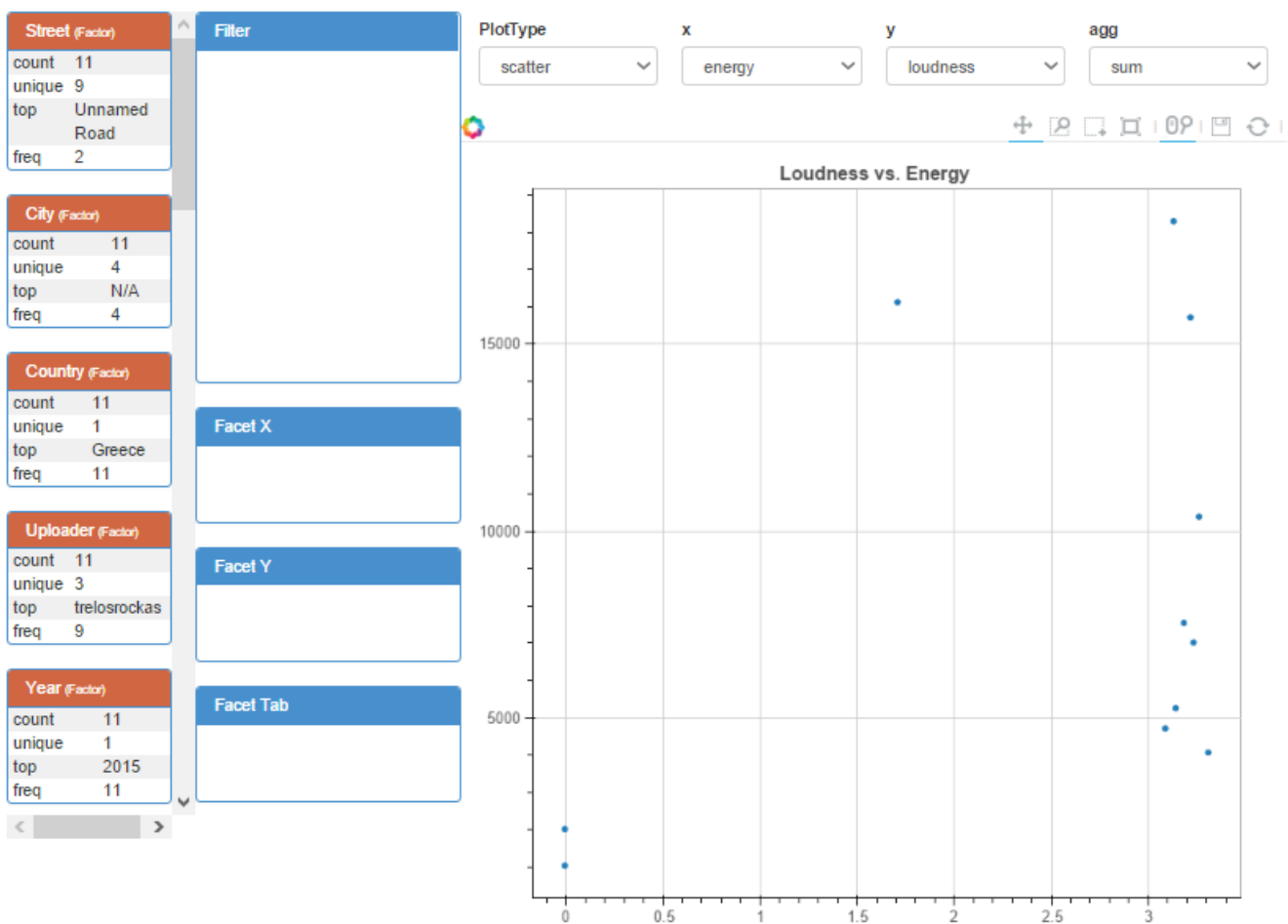
2.3.6.1 Crossfilter

Ο φάκελος Crossfilter περιέχει τα αρχεία που είναι απαραίτητα για την δημιουργία των γραφημάτων. Τα απαραίτητα δεδομένα για τα γραφήματα βρίσκονται μέσα στον υποφάκελο data.



Εικόνα 20: Δομή φακέλου Crossfilter

Όπως ειπώθηκε σε προηγούμενη ενότητα, για την παροχή των γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανοιχτού κώδικα Bokeh. Από την συλλογή προτύπων του Bokeh επιλέχθηκε το πρότυπο Crossfilter λόγο του ότι ανταποκρίνονταν επαρκώς στις ανάγκες του συστήματός καθώς και λόγω της απλότητας χρήσης και ρύθμισης του. Πρόκειται για ένα εργαλείο το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να εξερευνήσει με διαδραστικό τρόπο ένα σετ δεδομένων φιλτράροντας κατα βούληση τα δεδομένα κατα την εφαρμογή τους στις διάφορες διαστάσεις (άξονες) καθώς και να δημιουργεί πολλαπλά υπογραφήματα βάση συγκεκριμένων κριτηρίων. Μία άποψη του Crossfilter εργαλείου φαίνεται στην εικόνα 21 παρακάτω.



Εικόνα 21: Άποψη του Crossfilter εργαλείου (σελίδα γραφημάτων)

Όπως είναι φανερό ο χρήστης μπορεί να επέμβει με διάφορους τρόπους πάνω στα δεδομένα και να δημιουργήσει διάφορα γραφήματα που τον αφορούν. Το κατα πόσο αυτά τα γραφήματα θα έχουν

κάποια πρακτική αξία εναπόκειται σε μεγάλο βαθμό απο το χρήστη, δηλαδή στην ορθή επιλογή φίλτρων και παραγόντων και γενικά στην σωστή χρήση του εργαλείου. Αυτό συμβαίνει διότι το εργαλείο έχει ρυθμιστεί έχοντας κατα νου την μέγιστη παραμετροποίησή του, πράγμα που αφήνει και περιθώρια για λανθασμένη χρήση του.

Αναλύοντας την διεπαφή του εργαλείου απο αριστερά προς δεξιά έχουμε:

Παράγοντες – Συνεχείς Τιμές - Πλαίσια

Οι παράγοντες (κουτάκια με πορτοκαλί χρώμα) και οι συνεχείς τιμές (κουτάκια με μπλέ χρώμα) (βλέπε εικόνα 21) είναι δεδομένα του σετ τα οποία ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει για να φιλτράρει αναλόγως το εκάστοτε διάγραμμα. Για να το κάνει αυτό, σύρει και ρίχνει κάποιον εκ των παραγόντων ή των συνεχών τιμών πάνω στο πλαίσιο «Filter» ή «Facet X» ή «Facet Y» ή «Facet Tab». Να σημειωθεί ότι οι παράγοντες μπορούν να εφαρμοστούν σε όλα τα πλαίσια ενώ οι συνεχείς τιμές μόνο στο πλαίσιο «Filter». Τα διάφορα πλαίσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μόνα τους είτε απο κοινού και μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτά όσοι παράγοντες ή συνεχείς τιμές είναι απαραίτητες. Για παράδειγμα, στο πλαίσιο «Filter» ο χρήστης μπορεί, αν τον εξυπηρετεί, να εφαρμόσει ένα πλήθος παραγόντων και συνεχών τιμών και ταυτόχρονα να έχει εφαρμόσει και ένα πλήθος παραγόντων στα υπόλοιπα πλαίσια.

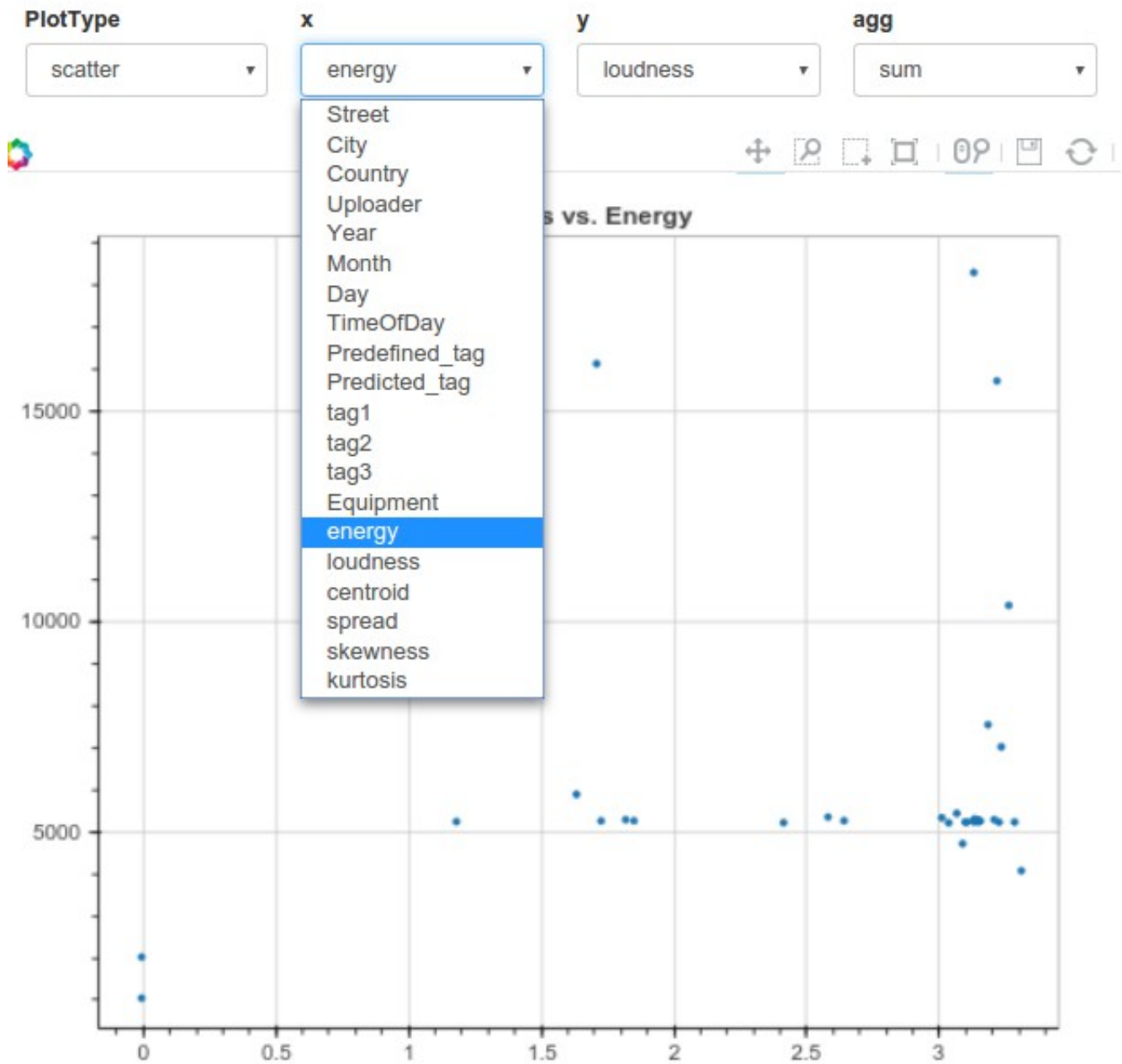
Τύπος Σχεδίου (Plot Type)

Μέσω αυτής της επιλογής ο χρήστης ρυθμίζει τον τύπο του γραφήματος. Οι διαθέσιμοι τύποι είναι:

- Line (γράφημα γραμμής)
- Scatter (γράφημα κουκκίδας)
- Bar (γράφημα μπάρας)

Άξονες X-Y

Μέσω αυτής της επιλογής (αναπτυσσόμενο παράθυρο) ο χρήστης εφαρμόζει στους άξονες X-Y τις παραμέτρους που επιθυμεί. Να σημειωθεί ότι ατυχείς συνδυασμοί παραμέτρων θα αποτύχουν να παράγουν γράφημα. Οι διαθέσιμες παράμετροι φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 22: Αναπτυσσόμενο παράθυρο επιλογής παραμέτρων αξόνων X-Y

Σύνολο (agg)

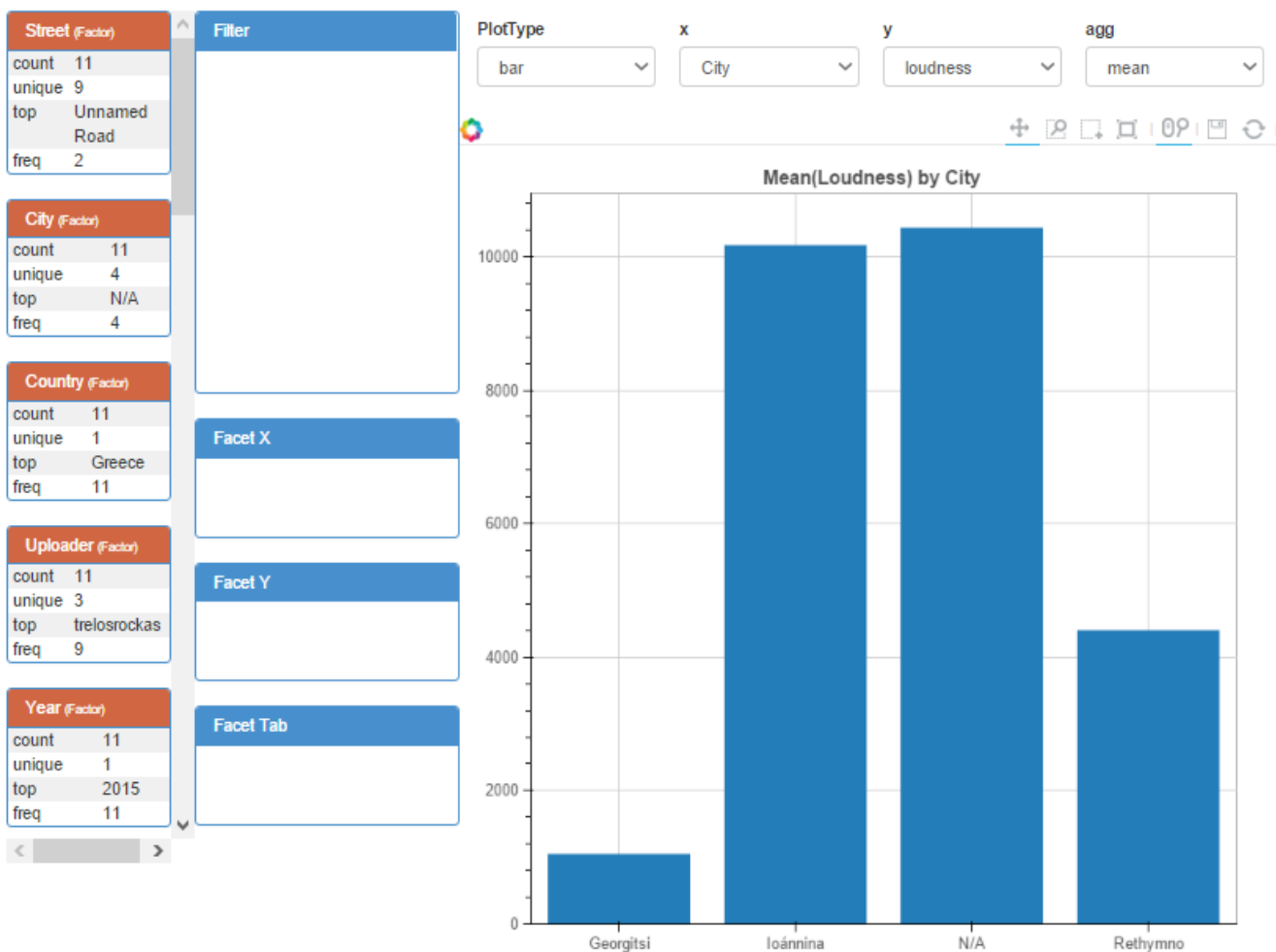
Το σύνολο εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο θα συνυπολογιστούν τιμές οι οποίες συμπίπτουν στην ίδια κατηγορία (παραμέτρο). Οι διαθέσιμες επιλογές είναι:

- Sum (άθροισμα)
- Mean (μέσος όρος)
- Last (τελευταία γνωστή τιμή)

Μπάρα Εργαλείων

Η μπάρα εργαλείων δίνει στον χρήστη κάποιες περαιτέρω δυνατότητες επεξεργασίας της διεπαφής του γραφήματος όπως για παράδειγμα αλλαγή του μεγέθους της, αποθήκευσή του διαγράμματος στο σκληρό δίσκο, διάφοροι τρόποι μεγέθυνσης (zoom) καθώς και πλοήγηση στους άξονες (panning).

Για την καλύτερη κατανόηση του εργαλείου γραφημάτων παραθέεται και αναλύεται στην συνέχεια το γράφημα της παρακάτω εικόνας.

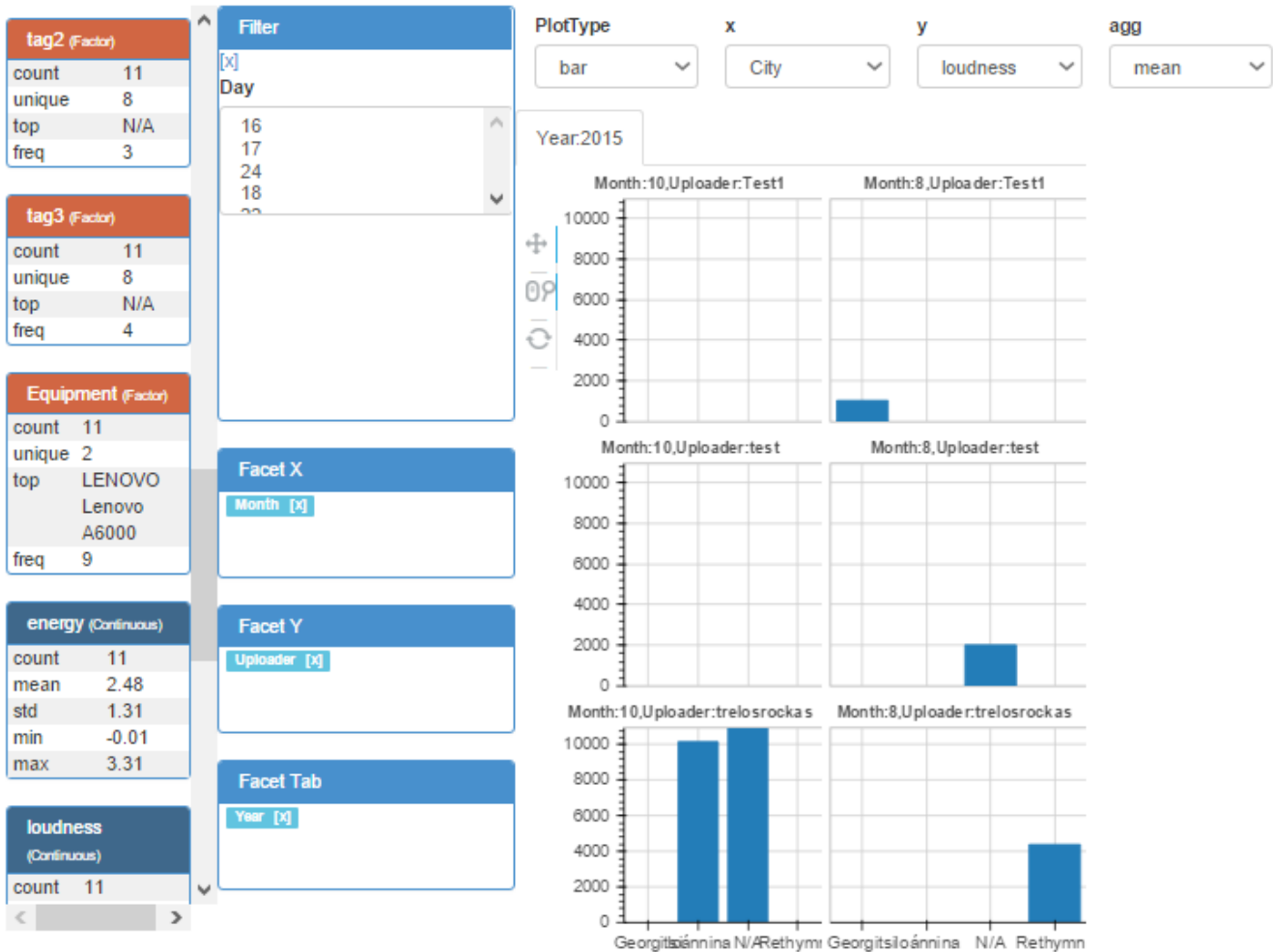


Εικόνα 23: Παράδειγμα γραφήματος

Στο παραπάνω γράφημα μπάρας θα θέλαμε να δούμε κάποια στοιχεία σχετικά με την ηχηρότητα των ηχογραφήσεων ανα τις πόλεις όπου έχουν ηχογραφηθεί. Έτσι θέτουμε σαν παράμετρο του X άξονα την

ηχηρότητα και σαν παράμετρο του Y άξονα την πόλη. Επίσης έχουμε επιλέξει τον μέσο όρο για τον υπολογισμό του συνόλου της ηχηρότητας ανα πόλη μιας και μας δίνει πιο αντιπροσωπευτικές τιμές. Το γράφημα που εμφανίζεται στην εικόνα 23 είναι το αποτέλεσμα αυτών των κινήσεων που κάναμε.

Θέλοντας να παραμετροποιήσουμε το γράφημά μας περαιτέρω εφαρμόζουμε κάποια περαιτέρω φίλτρα τα οποία μας δίνουν το αποτέλεσμα που φαίνεται στην εικόνα 24.



Εικόνα 24: Παράδειγμα περαιτέρω παραμετροποίησης γραφήματος

Παρατηρούμε ότι έχουμε πλέον έξι υπογραφήματα τα οποία όμως έχουν προκύψει από το προηγούμενο γράφημα (βλέπε εικόνα 21) ως αποτέλεσμα της εφαρμογής των παραγόντων «Day», «Month», «Uploader» και «Year» στα πλαίσια «Filter», «Facet X», «Facet Y» και «Facet Tab» αντίστοιχα. Για να δούμε λοιπόν πως έχουν επηρεάσει αυτές οι αλλαγές το γράφημα.

Facet Tab = Year

Εφαρμόζοντας τον παράγοντα «Year» στο πλαίσιο «Facet Tab» έχουμε δημιουργήσει μια νέα καρτέλα με όνομα Year πάνω από τα υπογραφήματα, η οποία μας δείχνει δεδομένα που καταγράφηκαν κατά το συγκεκριμένο ωρολογιακό έτος. Μιας και όλες οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν εντός του έτους 2015 υπάρχει διαθέσιμη μόνο μία καρτέλα. Σε άλλη περίπτωση θα ήταν ορατές πολλαπλές καρτέλες όπου ο χρήστης θα μπορούσε να επιλέξει και η κάθε μία θα παρουσίαζε τα ανάλογα δεδομένα.

Facet X = Month, Facet Y = Uploader

Παρατηρώντας τα υπογραφήματα γίνεται κατανοητό ότι υπάρχει κάποιου είδους ομαδοποίηση στην απεικόνιση τους. Βλέπουμε ότι καθέτως αναμέσα στα γραφήματα το διαφοροποιητικό στοιχείο είναι ο πελάτης (Test1, test, trelosrockas) ενώ οριζοντίως ο μήνας (10ος, 8ος). Αυτό όπως είναι πια προφανές είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής των παραγόντων «Month» και «Uploader» στα πλαίσια «Facet X» και «Facet Y» αντίστοιχα.

Filter = Day

Έχοντας εφαρμόσει τον παράγοντα «Day» στο πλαίσιο «Filter» βλέπουμε ότι εμφανίζεται ένα κουτάκι επιλογής με αριθμούς οι οποίοι αντιστοιχούν στις ημέρες του μήνα για τις οποίες υπάρχουν δεδομένα (ηχογραφήσεις). Στην παρούσα φάση δεν έχει επιλεγεί κάποια μέρα, άρα τα υπογραφήματα εμφανίζονται ανεξαρτήτου ημέρας. Πρακτικά το φίλτρο δεν έχει ισχύ στα παραπάνω υπογραφήματα. Εάν όμως είχε επιλεγεί κάποια μέρα, τότε τα υπογραφήματα που θα δημιουργούνταν θα αφορούσαν μόνο την συγκεκριμένα ημέρα του εκάστοτε μήνα λαμβάνοντας υπ όψιν φυσικά και την ισχύ των υπόλοιπων πλαισίων.

Το αποτέλεσμα των παραπάνω κινήσεων μας παράγει ένα αποτέλεσμα το οποίο φραστικά θα μπορούσε να περιγραφεί ως ο μέσος όρος της ηχηρότητας των ηχογραφήσεων ανά πόλη για την συγκεκριμένη ημέρα του εκάστοτε μήνα, του εκάστοτε πελάτη για το εκάστοτε έτος. Όπως είναι κατανοητό μέσω του εργαλείου αυτού έχουμε δημιουργήσει ένα αρκετά πολύπλοκο γράφημα με ελάχιστες ενέργειες.

Λειτουργία του Crossfilter

Για την λειτουργία του εργαλείου Crossfilter χρειάστηκε μετά την εγκατάσταση των απαραίτητων βιβλιοθηκών η εκκίνησή του Bokeh εξυπηρετητή. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η παροχή των γραφημάτων είναι μια δυναμική διαδικασία. Δηλαδή, η διεπαφή καθώς και ολόκληρη η σελίδα του εργαλείου δημιουργούνται αυτόματα την στιγμή όπου ο χρήστης ανοίγει την σελίδα γραφημάτων. Έτσι για την παροχή των γραφημάτων είναι απαραίτητη η λειτουργία του Bokeh διακομιστή.

cross_sound.py

Για την δυναμική δημιουργία της διεπαφής (applet) χρησιμοποιείται το αρχείο cross_sound.py. Το αρχείο αυτό διαβάζει τα δεδομένα της βάσης crossfilter_merged η οποία βρίσκεται στον υποφάκελο data. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι το αρχείο αυτό εκτελείται κατα την εκκίνηση του διακομιστή Bokeh και όχι κάθε φορά που ο χρήστης ανοίγει την σελίδα γραφημάτων. Έτσι εάν ο διακομιστής Bokeh δεν έχει επανεκκινηθεί προσφάτως, ο χρήστης μπορεί να βλέπει πιθανώς μια απαρχαιωμένη έκδοση των δεδομένων του συστήματος.

2.3.6.2 Heatmap

Στον φάκελο Heatmap εμπεριέχονται όλα τα αρχεία που σχετίζονται με τον χάρτη θερμότητας. Η δομή του φακέλου φαίνεται στην εικόνα 25 παρακάτω.

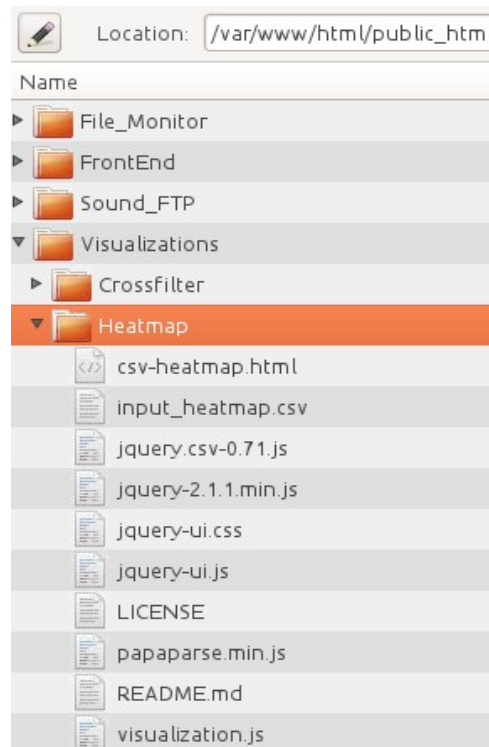
Για την ορθή λειτουργία του χάρτη θερμότητας η βάση που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να έχει τα εξής δεδομένα:

- Latitude (Γεωγραφικό πλάτος, χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση των κουκκίδων πάνω στον χάρτη θερμότητας)
- Longitude(Γεωγραφικό μήκος, χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση των κουκκίδων πάνω στον χάρτη θερμότητας)
- Weight (Βάρος, στην περίπτωσή μας η ηχηρότητα της ηχογράφησης, είναι ο παράγοντας ο οποίος καθορίζει την διαβάθμιση του χρώματος της κουκκίδας)

Ο χάρτης θερμότητας είναι διαδραστικός και έτσι ο χρήστης μπορεί επίσης να επέμβει στον τρόπο απεικόνισης των δεδομένων. Για να το κάνει αυτό, χρησιμοποιεί τρεις ολισθητές οι οποίοι εμφανίζονται μέσα σε ένα μετακινήσιμο παράθυρο επάνω στον χάρτη θερμότητας. Οι ολισθητές αυτοί

ελέγχουν τα εξής:

- Ολισθητής αδιαφάνειας (επηρεάζει το πόσο ορατός ή όχι θα είναι ο χάρτης θερμότητας)
- Ολισθητής ακτίνας (καθορίζει το μέγεθος των κουκίδων καθώς και το πότε θα συγχωνεύονται)
- Ολισθητής μέγιστης τιμής (θέτει το ανώτατο όριο του διαστήματος που έχει αντιστοιχιστεί στην διαβάθμιση του χρώματος)



Εικόνα 25: Δομή φακέλου Heatmap

csv-heatmap.html

Το αρχείο αυτό φορτώνεται κατά το άνοιγμα της ιστοσελίδας του χάρτη θερμότητας και εκκινεί όλες τις απαραίτητες διαδικασίες για την δημιουργία και την εμφάνιση του χάρτη. Οι διαδικασίες αυτές συνοπτικά είναι:

- Δημιουργία του παγκόσμιου χάρτη μέσω του Google Maps API
- Φόρτωμα του επιλεγμένου γραφικού στυλ για τον χάρτη
- Προσπέλαση της βάσης δεδομένων input_heatmap μέσω χρήσης της βιβλιοθήκης PapaParse
- Φόρτωμα του χάρτη θερμότητας πάνω στον παγκόσμιο χάρτη
- Δημιουργία των ολισθητών τροποποίησης αδιαφάνειας, ακτίνας και μέγιστης τιμής

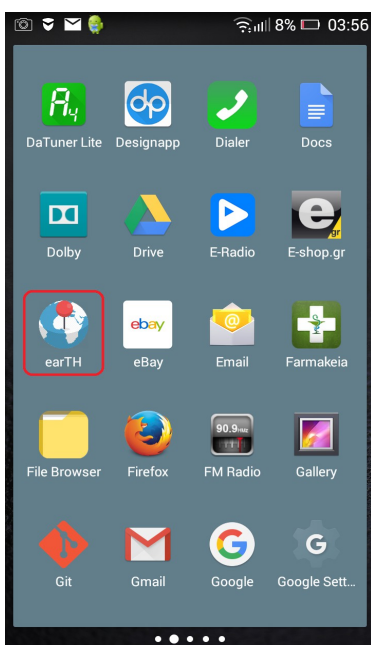
2.4 Ο Πελάτης (earTH Client)

2.4.1 Περιγραφή

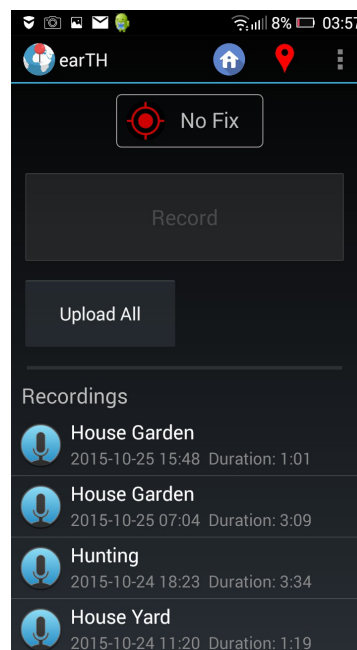
Το πρόγραμμα πελάτη (client) είναι στην ουσία μια Android εφαρμογή η οποία ως κύριο σκοπό έχει την ηχογράφηση των ηχοτοπίων και την μεταφόρτωση στον εξυπηρετητή (server) των αρχείων ήχου μαζί με τα αρχεία μεταδεδομένων (metadata) . Για την κατασκευή του πελάτη χρησιμοποιήθηκε η προγραμματιστική πλατφόρμα B4A απο την εταιρία Anywhere Software. Πρόκειται για ιδιόκτητο λογισμικό και η επιλογή του έγινε λόγω της ευκολίας χρήσης του καθώς και της πρωτότερης εμπειρίας μου με την πλατφόρμα, γεγονός που επιτάχυνε σε μεγάλο βαθμό την κατασκευή του προγράμματος. Η ευκολία της συγκεκριμένης πλατφόρμας εναπόκειται στο γεγονός του ότι δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να προγραμματίζει σε μια γλώσσα τύπου VB.NET και έπειτα ο κώδικας να μεταφράζεται αυτόματα σε γλώσσα JAVA η οποία είναι και η κύρια γλώσσα προγραμματισμού και ανάπτυξης Android εφαρμογών.

2.4.1.1 Περιγραφή Λειτουργίας Εφαρμογής

Εφόσον ο χρήστης εγκαταστήσει επιτυχώς την εφαρμογή στο κινητό του τηλέφωνο (Android) μπορεί να την εκκινήσει χρησιμοποιώντας το εικονίδιο εκκίνησης (launcher) απο την λίστα εγκατεστημένων εφαρμογών όπως φαίνεται στην εικόνα 26 παρακάτω.



Εικόνα 26: Εικονίδιο εκκίνησης εφαρμογής



Εικόνα 27: Κεντρικό μενού εφαρμογής

Μετά το άνοιγμα της εφαρμογής εμφανίζεται στον χρήστη το κεντρικό μενού (βλέπε εικόνα 27). Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής απο πάνω προς τα κάτω αναλύεται ως εξής:

Μπάρα πλοήγησης:

Η μπάρα πλοήγησης χρησιμοποιείται για την εναλλαγή μεταξύ των διάφορων μενού της εφαρμογής. Τα διαθέσιμα μενού είναι:

- Κεντρικό Μενού (φορτώνεται αυτόματα κατά την εκκίνηση της εφαρμογής και ο χρήστης μπορεί να επανέλθει σε αυτό απο κάποιο άλλο μενού πατώντας το android πλήκτρο “πίσω”)
- Μενού Παροχής Πληροφοριών Ηχογράφησης (φορτώνεται αυτόματα μετά την ολοκλήρωση της ηχογράφησης)
- Ιστοσελίδα εφαρμογής (πλήκτρο που απεικονίζει ένα σπίτι)
- Χάρτης Ηχοτοπίων (πλήκτρο που απεικονίζει ένα σημάδι)
- Χάρτης Θερμότητας (πάτημα android πλήκτρου “περισσότερα” και επιλογή του χάρτη θερμότητας)

Ένδειξη παροχής γεωγραφικού στίγματος:

Η παροχή γεωγραφικού στίγματος είναι καίριας σημασίας για την λειτουργία της εφαρμογής, γεγονός που κάνει αναγκαία την ύπαρξη κατάλληλης ένδειξης η οποία ανταποκρίνεται ανάλογα στην παροχή ή όχι γεωγραφικού στίγματος, μέσω χρήσης του Παγκόσμιου Συστήματος Στιγματοθέτησης (GPS).

Κουμπί ηχογράφησης:

Το κουμπί ηχογράφησης είναι υπεύθυνο για το ξεκίνημα και το σταμάτημα της διαδικασίας της ηχογράφησης και εξαρτάται άμεσα από την ύπαρξη ή όχι γεωγραφικού στίγματος. Δηλαδή, το κουμπί θα φαίνεται απενεργοποιημένο όταν υπάρχει έλλειψη γεωγραφικού στίγματος και ενεργοποιημένο όταν υπάρχει διαθεσιμότητα αντίστοιχα. Με το πάτημα του κουμπιού ξεκινάει η διαδικασία της ηχογράφησης και εκατέρωθεν του εμφανίζεται ένα χρονόμετρο το οποίο απεικονίζει τον εναπομείναντα διαθέσιμο χρόνο ηχογράφησης. Ο χρήστης μπορεί να διακόψει την διαδικασία της ηχογράφησης επαναπατώντας σε οποιοδήποτε χρόνο επιθυμεί το κουμπί ηχογράφησης. Ο χρόνος ηχογράφησης δεν μπορεί να υπερβεί τον ανώτατο διαθέσιμο χρόνο ηχογράφησης ο οποίος έχει οριστεί

προγραμματιστικά στα δέκα λεπτά. Ο περιορισμός αυτός έγινε κυρίως λόγω περιορισμένης χωρητικότητας δίσκου στον εξυπηρετητή μιας και οι ηχογραφήσεις τείνουν να καταλαμβάνουν σημαντικό όγκο δεδομένων αφού άλλωστε δεν υπόκεινται, ηθελημένα, σε καμία διαδικασία συμπίεσης.

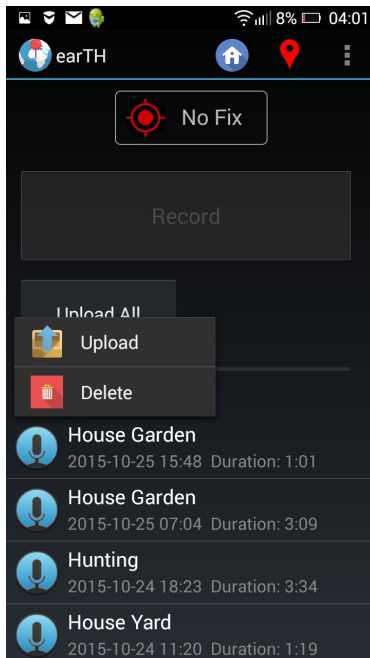
Κουμπί μαζικής μεταφόρτωσης:

Η λειτουργία του κουμπιού μαζικής μεταφόρτωσης είναι να μεταφορτώνει στον εξυπηρετητή με ένα πάτημα όλες τις αποθηκευμένες ηχογραφήσεις που έχει κάνει ο χρήστης και η ύπαρξη του είναι καθαρά για λόγους εργονομίας. Το κουμπί μαζικής μεταφόρτωσης εξαρτάται άμεσα από την ύπαρξη ή όχι διαθέσιμης σύνδεσης στο διαδίκτυο είτε πρόκειται για ασύρματα τοπικά δίκτυα (IEEE 802.11) είτε πρόκειται για κυψελοειδείς επικοινωνίες (3G/4G). Έτσι, το κουμπί θα φαίνεται απενεργοποιημένο όταν δεν υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο και ενεργοποιημένο όταν υπάρχει σύνδεση σε αυτό. Εφόσον ο χρήστης εκκινήσει την διαδικασία μαζικής μεταφόρτωσης η μπάρα ένδειξης ολοκλήρωσης θα δείχνει στον χρήστη μια οπτική ένδειξη για την πορεία της διαδικασίας. Ο χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή να διακόψει την διαδικασία επαναπατώντας το κουμπί μαζικής μεταφόρτωσης.

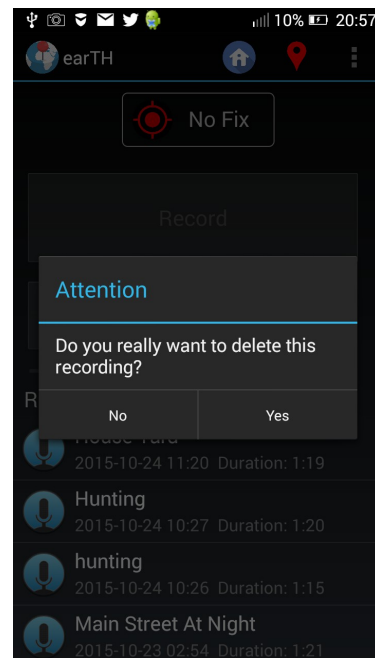
Λίστα Ηχογραφήσεων:

Η λίστα ηχογραφήσεων περιλαμβάνει όλες τις αποθηκευμένες ηχογραφήσεις που έχει κάνει ο χρήστης παρέχοντας την ημερομηνία ηχογράφησης καθώς και την χρονική διάρκεια για την κάθε μια. Η λίστα είναι πλοηγήσιμη, δηλαδή επιτρέπει στον χρήστη να πλοηγείται μεταξύ των διάφορων ηχογραφήσεων χρησιμοποιώντας την “πάνω-κάτω” χειρονομία. Επίσης, ο χρήστης πατώντας σε κάποια από τις ηχογραφήσεις μπορεί να ακούσει την ηχογράφηση αυτή. Επαναπατώντας την ηχογράφηση, ο χρήστης μπορεί να διακόψει την διαδικασία της ακρόασης. Για την εναλλαγή ακρόασης μεταξύ δύο ηχογραφήσεων δεν είναι απαραίτητη η διακοπή της παρούσας ηχογράφησης μιας και το πρόγραμμα διακόπτει αυτόματα την πρώτη πριν να εκκινήσει την επόμενη. Όσο η αναπαραγωγή βρίσκεται σε εξέλιξη, ο χρήστης δεν μπορεί να ηχογραφήσει και ειδοποιείται για αυτό με ανάλογο μήνυμα. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι το αναπαραγόμενο σήμα θα επαναηχογραφηθεί, κάτι το οποίο όπως είναι αναμενόμενο, δεν είναι επιθυμητό σε ηχογράφηση ηχοτοπίου. Χρησιμοποιώντας μεγάλης διάρκειας πάτημα σε μία ηχογράφηση εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο επιλογών (βλέπε εικόνα 28) για την συγκεκριμένη ηχογράφηση. Ο χρήστης μέσω του παραθύρου αυτού είναι σε θέση να μεταφορτώσει μια ηχογράφηση αυτόνομα στον εξυπηρετητή ή να διαγράψει την ηχογράφηση αυτή.

Στην δεύτερη περίπτωση θα ακολουθήσει ένα μήνυμα επιβεβαίωσης (βλέπε εικόνα 29) όπου εκεί ο χρήστης θα μπορέσει να αναιρέσει ή να οριστικοποιήσει την επιλογή του.



Εικόνα 28: Αναδυόμενο παράθυρο επιλογών



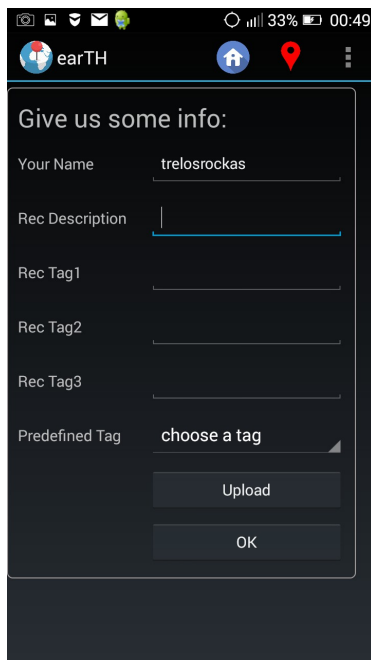
Εικόνα 29: Μήνυμα επιβεβαίωσης

Μετά το πέρας κάθε ηχογράφησης εμφανίζεται αυτόματα το μενού παροχής πληροφοριών ηχογράφησης (βλέπε εικόνα 30). Σε αυτό το μενού ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει ένα σύνολο πεδίων εκ των οποίων κάποια είναι υποχρεωτικά και κάποια όχι. Τα υποχρεωτικά πεδία είναι:

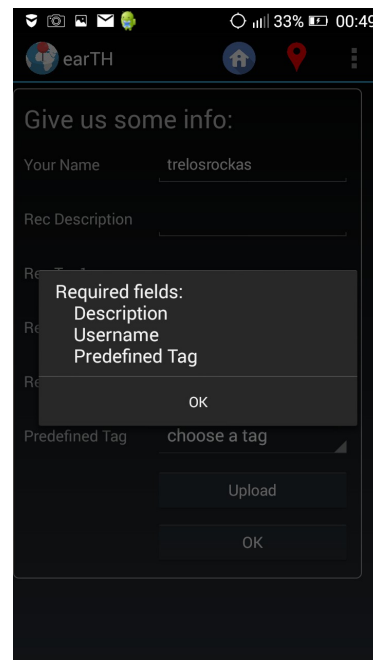
- Όνομα Χρήστη
- Περιγραφή-Τίτλος Ηχογράφησης
- Προκαθορισμένη Ετικέτα

Ο χρήστης μπορεί επίσης οικειοθελώς να συμπληρώσει άλλες τρεις ετικέτες για την καλύτερη περιγραφή της ηχογράφησης. Ο ρόλος της προκαθορισμένης ετικέτας είναι τελικά η αξιολόγηση του αλγορίθμου μηχανικής μάθησης. Αυτό γίνεται ως εξής. Κάθε προκαθορισμένη ετικέτα ανταποκρίνεται και σε μια κατηγορία ήχων εκπαίδευσης του μοντέλου μηχανικής μάθησης. Έτσι το μοντέλο για κάθε ήχο που θα κληθεί να αναγνωρίσει θα αποδώσει και μια ετικέτα προερχόμενη από τις κατηγορίες με τις οποίες εκπαιδεύτηκε. Έτσι ελέγχοντας τις διαφορές-ομοιότητες ανάμεσα στην προκαθορισμένη ετικέτα και την παραγόμενη από τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης ετικέτα μπορούμε να υπολογίσουμε και το ποσοστό επιτυχίας του μοντέλου. Φυσικά με κάποιο ποσοστό σφάλματος μιας και πρέπει να συνυπολογιστεί και ο ανθρώπινος παράγοντας, δηλαδή η λανθασμένη χρήση της προκαθορισμένης

ετικέτας απο τον χρήστη. Εφόσον ο χρήστης συμπληρώσει όλα τα απαιτούμενα μπορεί να επιλέξει να αποθηκεύσει την ηχογράφηση ή να μεταφορτώσει απ' ευθείας την ηχογράφηση στον εξυπηρετητή (επίσης αποθηκεύει τοπικά). Αν επιθυμεί να μην αποθηκεύσει καν την ηχογράφηση μπορεί να το κάνει πατώντας το android πλήκτρο “πίσω”. Αν ο χρήστης προσπαθήσει να εκτελέσει κάποια απο τις παραπάνω ενέργειες (αποθήκευση, μεταφόρτωση) χωρίς να έχει συμπληρώσει τα απαιτούμενα πεδία θα του εμφανιστεί ανάλογο αναδυόμενο μήνυμα (βλέπε εικόνα 31).

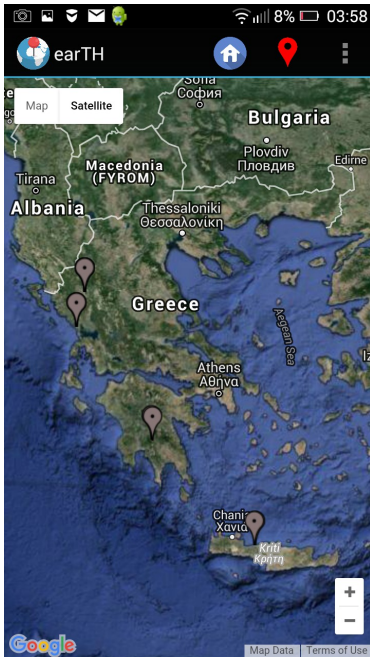


Εικόνα 30: Μενού παροχής πληροφοριών ηχογράφησης

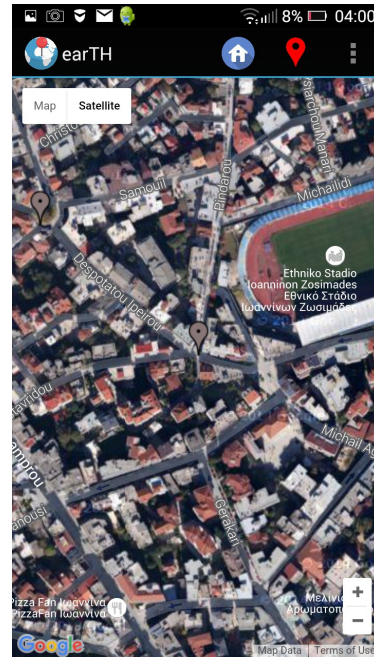


Εικόνα 31: Αναδυόμενο μήνυμα απαραίτητων πεδίων

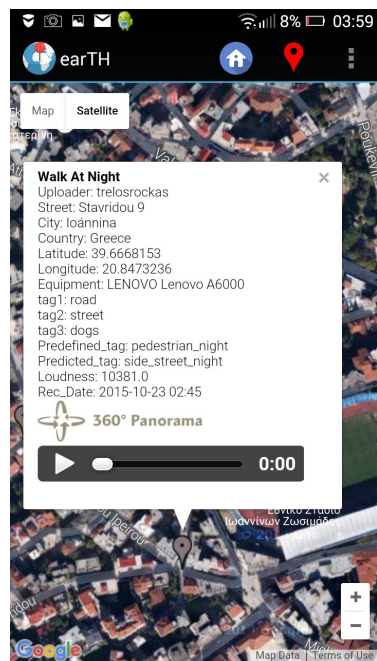
Όπως ειπώθηκε νωρίτερα ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στον χάρτη ηχοτοπίων μέσω της μπάρας πλοήγησης. Πατώντας λοιπόν την εικόνα με το κόκκινο σημάδι εμφανίζεται ο χάρτης ηχοτοπίων (βλέπε εικόνα 32). Στον χάρτη οι ηχογραφήσεις αναπαρίστανται με ένα γκρι σημάδι. Ο χρήστης μπορεί ελεύθερα να ακούσει και να δει τις ηχογραφήσεις που έχουν ανεβάσει άλλοι χρήστες. Πατώντας πάνω σε κάποια ηχογράφηση εμφανίζεται το παράθυρο πληροφοριών της συγκεκριμένης ηχογράφησης (βλέπε εικόνα 34). Σε αυτό το παράθυρο ο χρήστης μπορεί επίσης να ακούσει την ηχογράφηση μέσω του αναπαραγωγέα ή να μεταφερθεί στην τοποθεσία της ηχογράφησης πατώντας στο εικονίδιο του πανοράματος. Ο χρήστης μπορεί επίσης να εναλλάσσει το γραφικό στυλ του χάρτη χρησιμοποιώντας τις επιλογές Map-Satellite που βρίσκονται στο πάνω αριστερό μέρος του (βλέπε εικόνα 35).



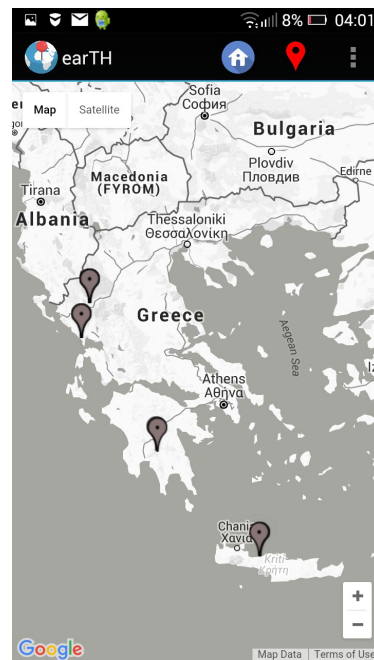
Εικόνα 32: Χάρτης ηχοτοπίων



Εικόνα 33: Σημάδι ηχογράφησης



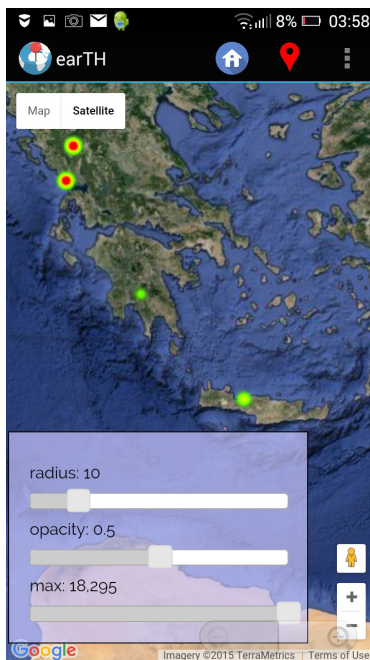
Εικόνα 34: Παράθυρο πληροφοριών ηχογράφησης



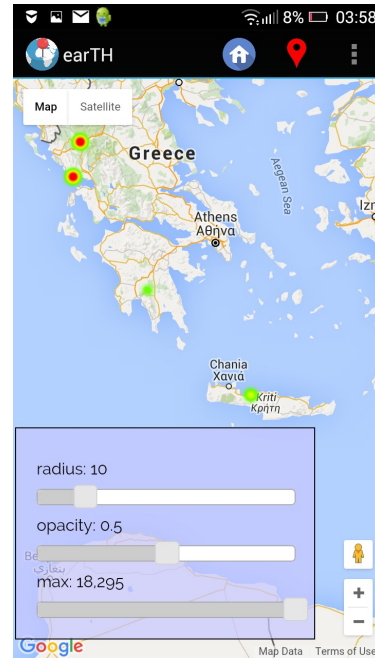
Εικόνα 35: Χάρτης ηχοτοπίων με γραφικό στυλ Map

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα πλοήγησης στον χάρτη θερμότητας (βλέπε εικόνα 36). Η μετάβαση στον χάρτη θερμότητας γίνεται με πάτημα του android πλήκτρου “περισσότερα” και επιλογή του χάρτη θερμότητας (Heatmap). Χρησιμοποιώντας τον χάρτη θερμότητας ο χρήστης μπορεί να αποκτήσει εικόνα σχετικά με την πυκνότητα των ηχογραφήσεων, δηλαδή σε ποιες περιοχές υπάρχουν περισσότερες και σε ποιες λιγότερες ηχογραφήσεις. Ο χρήστης μπορεί επίσης να επέμβει στον τρόπο απεικόνισης των δεδομένων χρησιμοποιώντας τρεις ολισθητές:

- Ολισθητής αδιαφάνειας (επηρεάζει το πόσο ορατός ή όχι θα είναι ο χάρτης θερμότητας)
- Ολισθητής ακτίνας (καθορίζει το μέγεθος των κουκίδων καθώς και το πότε θα συγχωνεύονται)
- Ολισθητής μέγιστης τιμής (θέτει το ανώτατο όριο του διαστήματος που έχει αντιστοιχιστεί στην διαβάθμιση του χρώματος)



Εικόνα 36: Χάρτης θερμότητας

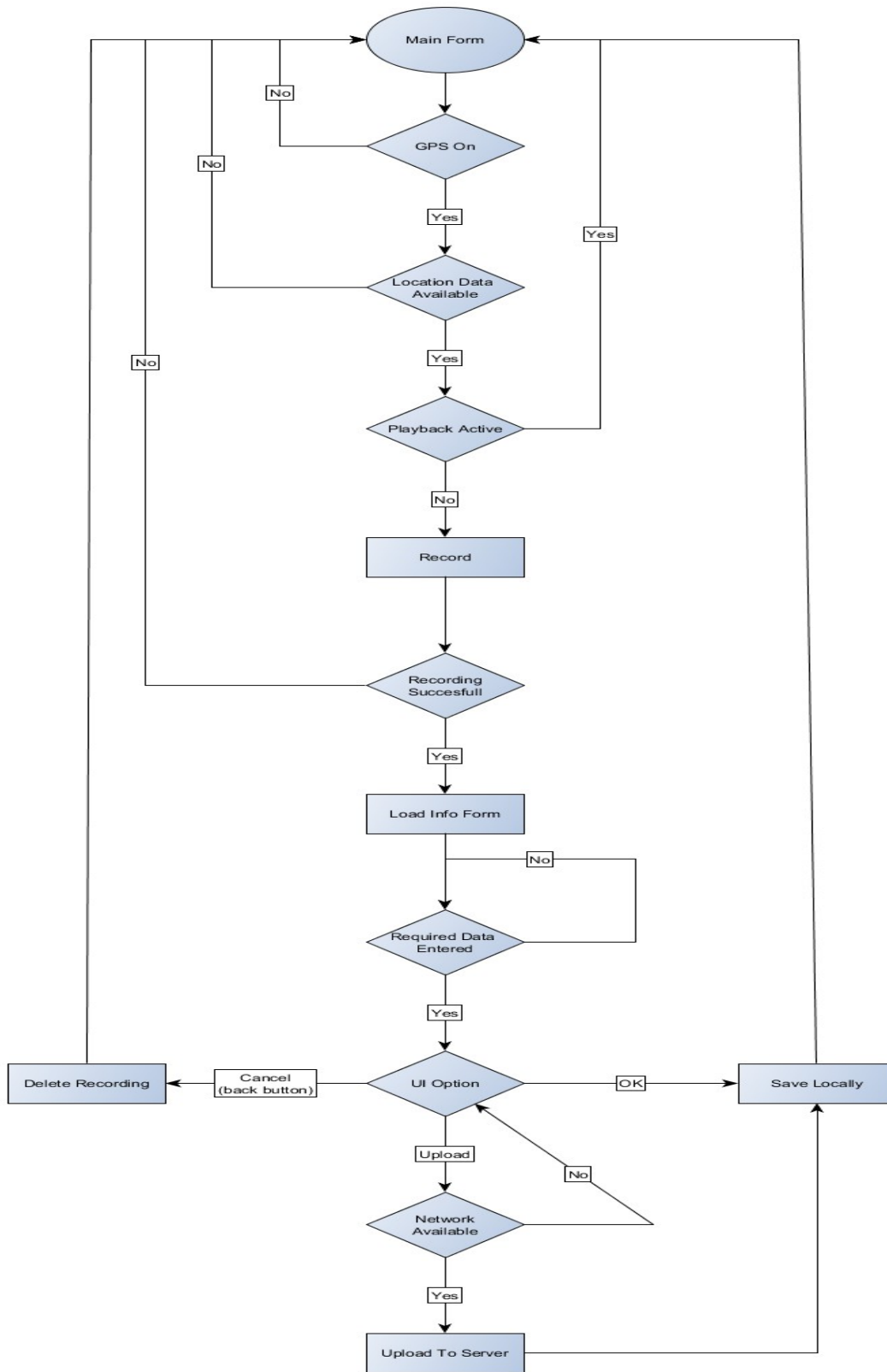


Εικόνα 37: Χάρτης θερμότητας με γραφικό
στιλ Map

Τέλος ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στην ιστοσελίδα της εφαρμογής μέσω της μπάρας πλοήγησης, με πάτημα στο πλήκτρο που απεικονίζει ένα σπίτι.

2.4.2 Περιγραφή του Αλγορίθμου

Μιας και δεν είναι εφικτή η παράθεση ή η ενδελεχής ανάλυση του πηγαίου κώδικα της εφαρμογής στο παρών κείμενο, παραθέτω ένα περιγραφικό διάγραμμα ροής αυτού (βλέπε εικόνα 38) το οποίο θα αναλύσω περαιτέρω. Να σημειωθεί ότι το διάγραμμα εστιάζει αποκλειστικά στην διαδικασία πραγματοποίησης μιας ηχογράφησης που είναι και το ζητούμενο και όχι σε άλλα κομμάτια της εφαρμογής τα οποία μπορεί μεν να είναι ζωτικής σημασίας για την ορθή λειτουργία της εφαρμογής αλλά δεν αφορούν άμεσα τον αναγνώστη. Επίσης δεν αναπαριστά την ακριβή σειρά εκτέλεσης του κώδικα μιας και αρκετές διεργασίες γίνονται ασύγχρονα, εξηγεί όμως την λογική ροή του αλγορίθμου.



Εικόνα 38: Αλγόριθμος για την εκτέλεση ηχογράφησης

Η διαδικασία της ηχογράφησης χωρίζεται σε συγκεκριμένα στάδια όπως φαίνεται και στο διάγραμμα παραπάνω. Τα στάδια αναλύονται ως εξής:

GPS On:

Κάθε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα γίνεται ένας έλεγχος για το αν ο χρήστης έχει ενεργοποιημένο ή όχι το σύστημα παγκόσμιας στιγματοθέτησης. Εφόσον τα δεδομένα στιγματοθέτησης είναι αναγκαία για την λειτουργία του συστήματος ο χρήστης δεν θα είναι σε θέση να ηχογραφήσει χωρίς να έχει ενεργοποιημένο το GPS.

Location Data Available:

Η ενεργοποίηση του GPS δεν προϋποθέτει αυτόματα και την ύπαρξη γεωγραφικών συντεταγμένων μιας και υπάρχουν πολλοί παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτό. Για παράδειγμα εάν ο χρήστης βρίσκεται εντός κάποιου κτηρίου υπάρχει περίπτωση η θέση του να μην μπορεί να αναγνωριστεί. Έτσι μόνο όταν υπάρχουν δεδομένα στιγματοθέτησης επιτρέπεται στον χρήστη να ηχογραφήσει.

Playback Active:

Κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής δεν είναι δυνατή η ηχογράφηση διότι το αναπαραγόμενο σήμα απο τα ηχεία θα επαναηχογραφηθεί μέσω του μικροφώνου. Έτσι ο χρήστης καλείται να διακόψει την αναπαραγωγή προκειμένου να είναι σε θέση να ηχογραφήσει.

Record:

Πρόκειται για την διαδικασία της ηχογράφησης, η οποία μπορεί να ξεκινήσει μόνο εφόσον ολοκληρωθούν επιτυχώς οι προηγούμενοι έλεγχοι. Η ηχογράφηση γίνεται σε μορφή PCM 16bit WAV (Waveform Audio File Format) μονοφωνικά. Αρχικά γράφονται κάποιες κεφαλίδες (headers) οι οποίες σχετίζονται με την ταυτοποίηση του αρχείου και με το πως θα διαβάζονται τα δεδομένα απο αυτό. Το πρωτόκολλο με το οποίο γράφονται αυτές οι κεφαλίδες είναι το RIFF το οποίο είναι το καθιερωμένο πρωτόκολλο αποθήκευσης μεταδεδομένων σε πολυμεσικά αρχεία αλλα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οποιοδήποτε αρχείο αυθαίρετων δεδομένων.

Recording Successful:

Η ηχογράφηση μπορεί για διάφορους λόγους να μην ολοκληρωθεί με επιτυχία. Για παράδειγμα μπορεί κατά την διάρκεια της ο χρήστης να λάβει κάποια εισερχόμενη κλήση (κουδούνισμα απο τα ηχεία και δέσμευση του μικροφώνου) ή να του τελειώσει η μπαταρία ή να μην έχει αρκετό ελεύθερο χώρο στο κινητό του και άλλα. Εάν λοιπόν για κάποιο λόγο η ηχογράφηση δεν ολοκληρωθεί επιτυχώς, θα χαθεί, και ο χρήστης θα επιστρέψει αυτόματα στο κεντρικό μενού.

Info Form:

Μετά της επιτυχής ολοκλήρωση μιας ηχογράφησης θα φορτωθεί αυτόματα το μενού παροχής πληροφοριών ηχογράφησης όπου ο χρήστης θα κληθεί να συμπληρώσει κάποιες πληροφορίες σχετικά με αυτή. Αυτές οι πληροφορίες θα αποθηκευθούν σε ένα αρχείου τύπου JSON το οποίο θα αντιπροσωπεύει την ηχογράφηση και όπως είναι αναμενόμενο θα είναι μοναδικό για κάθε ηχογράφηση.

Required Data Entered:

Όπως ειπώθηκε προηγουμένως (βλέπε σελίδα 64) κάποιες απο τις πληροφορίες τις ηχογράφησης που θα κληθεί να συμπληρώσει ο χρήστης είναι υποχρεωτικές ενώ κάποιες όχι. Έτσι γίνεται ένας έλεγχος για το εάν έχουν εισαχθεί οι απαιτούμενες πληροφορίες και αν όχι εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα που πληροφορεί τον χρήστη για αυτό.

UI Option:

Σε αυτό το στάδιο ο χρήστης έχει την επιλογή να αποθηκεύσει τοπικά, να μεταφορτώσει, να διαγράψει την ηχογράφηση (android πλήκτρο “πίσω”).

Delete Recording:

Εάν ο χρήστης αποφασίσει να διαγράψει την ηχογράφηση τότε οποιαδήποτε αρχεία έχουν δημιουργηθεί θα διαγραφούν και ο χρήσης θα επιστρέψει στο κεντρικό μενού.

Save Locally:

Εάν ο χρήστης πατήσει το πλήκτρο “OK” τότε η ηχογράφιση μαζί με το αρχείο περιγραφής της θα αποθηκευτούν τοπικά. Ο χρήστης θα μεταφερθεί αυτόματα στο κεντρικό μενού όπου η νέα ηχογράφιση θα είναι διαθέσιμη για αναπαραγωγή ή μεταφόρτωση.

Network Available:

Εάν ο χρήστης επιλέξει το πλήκτρο “Upload” πριν γίνει οποιαδήποτε προσπάθεια μεταφόρτωσης θα γίνει ένας έλεγχος διαθεσιμότητας δικτύου. Εάν δεν υπάρχει κάποια ενεργή σύνδεση στο διαδίκτυο (Wi-Fi / 3G) ο χρήστης θα λάβει ένα μήνυμα αποτυχίας. Σε αυτό το στάδιο εάν μπορέσει να βρει κάποιο διαθέσιμο δίκτυο μπορεί να προσπαθήσει ξανά να μεταφορτώσει την ηχογράφιση ή αν όχι, να αποθηκεύσει την ηχογράφιση τοπικά και να την μεταφορτώσει σε αργότερο χρόνο.

Upload To Server:

Εφόσον ο χρήστης είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, η διαδικασία της μεταφόρτωσης μπορεί να ξεκινήσει. Το πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιήθηκε είναι το FTP. Μόλις γίνει η σύνδεση με τον εξυπηρετητή τα αρχεία θα αρχίσουν να «ανεβαίνουν» και μία μπάρα προόδου θα εμφανίζει το ποσοστό ολοκλήρωσης της διαδικασίας. Όταν η διαδικασία λάβει τέλος, ο χρήστης θα μεταφερθεί πίσω στο κεντρικό μενού. Να σημειωθεί ότι τα αρχεία της ηχογράφησης θα αποθηκευτούν και τοπικά και θα είναι κανονικά διαθέσιμα στον χρήστη.

Κεφάλαιο 3ο: Αξιολόγηση

Για την αξιολόγηση του συστήματος και της λειτουργικότητας του εφαρμόστηκαν τρία διαφορετικά σενάρια εργασίας. Τα σενάρια αυτά είναι:

1. Υλοποίηση εικονικού ηχο-περιπάτου με χρήση του λογισμικού Sounds Of Street View
2. Αξιολόγηση του μοντέλου κατηγοριοποίησης με χρήση real-life δεδομένων
3. Χρήση του υπάρχων συστήματος ως εργαλείο κατασκευής βάσεων δεδομένων ήχων πόλεων

Σκοπός των σεναρίων εργασίας είναι η χρήση του υπάρχων συστήματος για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων αλλά και τελικά η αξιολόγηση του συστήματος απο άποψη απόδοσης, λειτουργικότητας και παραμετροποίησης.

3.1 Σενάριο 1ο

Για την υλοποίηση του ηχο-περιπάτου αρχικά πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις σε διάφορα σημεία του κέντρου της πόλης των Ιωαννίνων (βλέπε εικόνα 39).



Εικόνα 39: Τοποθεσίες ηχογραφήσεων στην πόλη των Ιωαννίνων

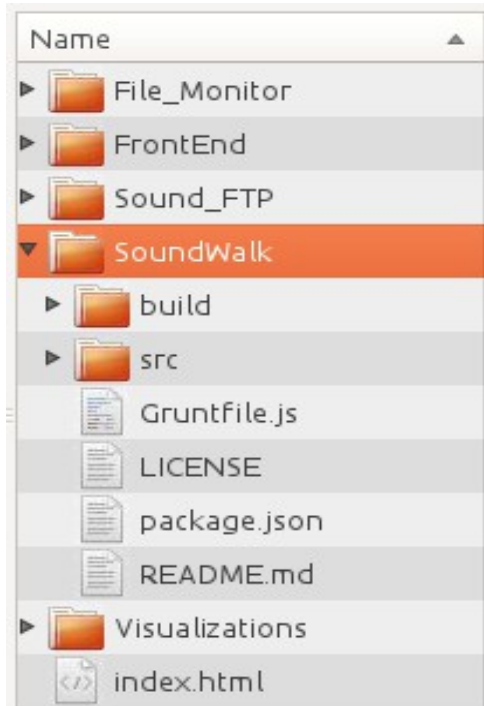
Συνολικά πραγματοποιήθηκαν εικοσιτέσσερις ηχογραφήσεις διάρκειας ενός λεπτού περίπου, και όλες έγιναν σε ώρες γραφείου. Για την ηχογράφιση έγινε χρήση Android κινητού τηλεφώνου (smartphone) στο οποίο είχε εγκατασταθεί το πρόγραμμα πελάτης (earTH Client) του συστήματος. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηχογραφήσεων είναι τα εξής:

- Συχνότητα δειγματοληψίας = 44100 Khz
- Bit ανάλυσης = 16
- Κωδικοποίηση = PCM
- Τύπος αρχείου = WAV (RIFF)

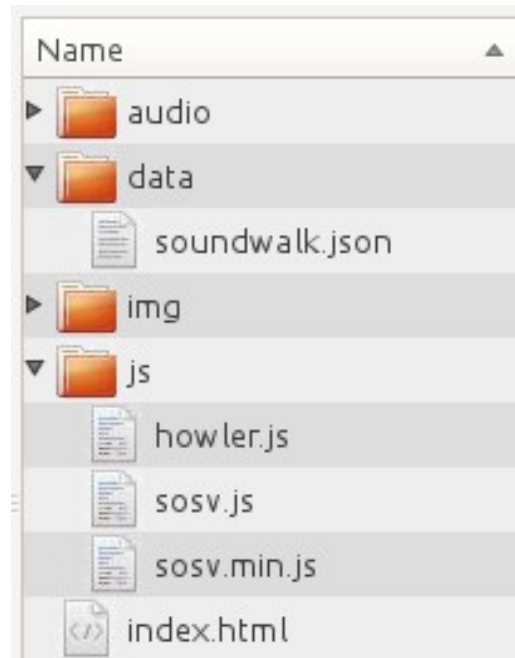
Έπειτα, μέσω του δωρεάν προγράμματος Audacity κανονικοποιήθηκαν τα πλάτη των ηχογραφήσεων (amplitude normalization). Η κανονικοποίηση έγινε έτσι ώστε οι εντάσεις των ηχοτοπίων κατά την αναπαραγωγή να είναι όσο το δυνατόν κατανεμημένες ώστε η εμπειρία να είναι πιστότερη για τον χρήστη. Σε αντίθετη περίπτωση ένα ηχοτοπίο θα μπορούσε να επικάλυπτε σε μεγάλο βαθμό ένα άλλο χωρίς αυτό να συμβαίνει στην πραγματικότητα, αλλά ως αποτέλεσμα άστοχης ηχογράφησης. Οι ηχογραφήσεις μετά με χρήση του ίδιου προγράμματος (Audacity) μετατράπηκαν σε μορφή MP3 με ρυθμό μετάδοσης (Bitrate) 320 Kbp/s. Η συγκεκριμένη μετατροπή κρίνεται απαραίτητη για την συγκεκριμένη υλοποίηση λόγω του ότι όλοι οι ήχοι του ηχο-περιπάτου φορτώνονται κατά το άνοιγμα της σελίδας έτσι ώστε να είναι έτοιμοι για αναπαραγωγή. Όπως γίνεται κατανοητό το φόρτωμα ενός συνόλου ήχων σε μορφή WAV απο τον περιηγητή είναι σημαντικά αργότερο σχετικά με το φόρτωμα σε μορφή MP3 με αποτέλεσμα η σελίδα να φαίνεται κολλημένη. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι το φόρτωμα ενός WAV αρχείου απαιτεί αρκετά περισσότερους πόρους (όγκο δεδομένων) απο την σύνδεση του χρήστη και συνδέσεις όπως 3G ή άλλες παρόμοιες (mobile data) μπορεί να "υποφέρουν" σε μεγάλο βαθμό.

Για την παροχή του ηχο-περιπάτου χρησιμοποιήθηκε μια διαφορετική και απλούστερη προσέγγιση στην υλοποίηση του SOSV Framework απο αυτή που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του earTH ηχοχάρτη. Αρχικά προστέθηκε ένας ακόμη φάκελος στον διακομιστή με όνομα SoundWalk με την δομή που φαίνεται στην εικόνα 40 παρακάτω.

Ο υποφάκελος που άπτεται περιγραφής είναι ο /src/ μιας και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα αρχεία για την λειτουργία του SoundWalk. Η δομή του φακέλου /src/ φαίνεται στην εικόνα 41 παρακάτω.



Εικόνα 40: Δομή φακέλου SoundWalk



Εικόνα 41: Δομή φακέλου /src/

/audio/

Στον υποφάκελο /audio/ βρίσκονται όλα τα MP3 αρχεία ήχου τα οποία αποτελούν και τα διάφορα ηχοτοπία. Με λίγα λόγια, όλοι οι ήχοι που υπάρχουν στον ηχο-περίπατο πρέπει να βρίσκονται αποθηκευμένοι σε αυτόν τον υποφάκελο ώστε το σύστημα να μπορέσει να τους φορτώσει.

/data/

Στον υποφάκελο /data/ είναι αποθηκευμένο το αρχείο soundwalk.json το οποίο και χρησιμοποιείται από το SOSV Framework ως "ενδιάμεσος" για την τοποθέτηση των σημαδιών στο πανόραμα του δρόμου καθώς και για την αναπαραγωγή των αρχείων ήχου. Στην ουσία το συγκεκριμένο αρχείο JSON περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται το σύστημα για την τοποθέτηση των γραφικών και την αναπαραγωγή των ήχων. Μια σημαντική διαφορά σε σχέση με τον earTH ηχοχάρτη που εντοπίζεται εδώ είναι ότι υπάρχει μόνο ένα JSON αρχείο το οποίο περιέχει τις πληροφορίες για όλους τους ήχους σε αντίθεση με ξεχωριστό αρχείο JSON για κάθε ήχο που χρησιμοποιείται στον ηχοχάρτη του earTH. Αυτό ακριβώς είναι και το στοιχείο που επιτρέπει την ύπαρξη του ηχο-περιπάτου.

Λόγο του ότι όλα τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα στο ίδιο αρχείο το σύστημα μπορεί να εναλλάσει τα ηχοτοπία ανάλογα με την τοποθεσία (γεωγραφικό μήκος, πλάτος) του χρήστη στον δρόμο. Έτσι καθώς ο χρήστης απομακρύνεται απο ένα ηχοτοπίο και πλησιάζει κάποιο άλλο, το πρώτο θα αρχίσει να ακούγεται λιγότερο ενώ το δεύτερο περισσότερο. Η δομή του αρχείου soundwalk.json φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

```
{
  "src": [
    "audio/58cb2401987bbc10_1453219905009.mp3"
  ],
  "pause": "0",
  "name": "Ioannina Sound Walk",
  "db": "100",
  "lat": "39.67143426",
  "lng": "20.85754451"
},
{
  "src": [
    "audio/58cb2401987bbc10_1453220088578.mp3"
  ],
  "pause": "0",
  "name": "Ioannina Sound Walk1",
  "db": "100",
  "lat": "39.67238814",
  "lng": "20.85737436"
},
{
  "src": [
    "audio/58cb2401987bbc10_1453220231090.mp3"
  ],
  "pause": "0",
  "name": "Ioannina Sound Walk2",
  "db": "100",
  "lat": "39.67275828",
  "lng": "20.8570241"
},
{
  "src": [
    "audio/58cb2401987bbc10_1453220336607.mp3"
  ],
  "pause": "0",
  "name": "Ioannina Sound Walk3",
  "db": "100",
  "lat": "39.67263419",
  "lng": "20.85658929"
},
{
  "src": [
    "audio/58cb2401987bbc10_1453220490769.mp3"
  ],

```

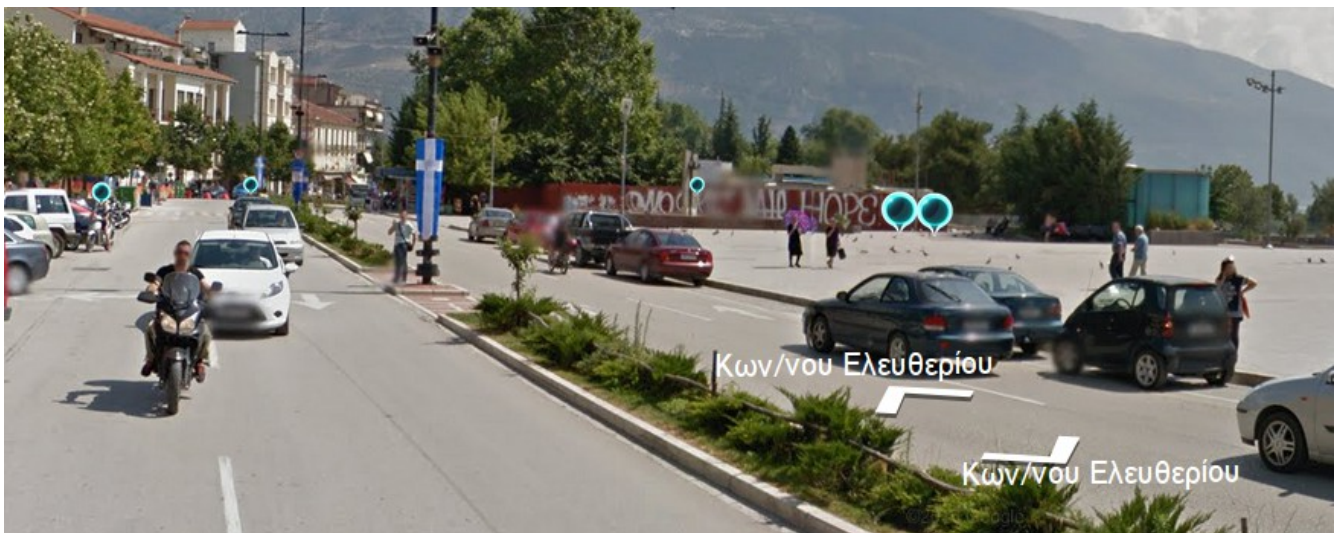
Εικόνα 42: Δομή αρχείου soundwalk.json

/js/

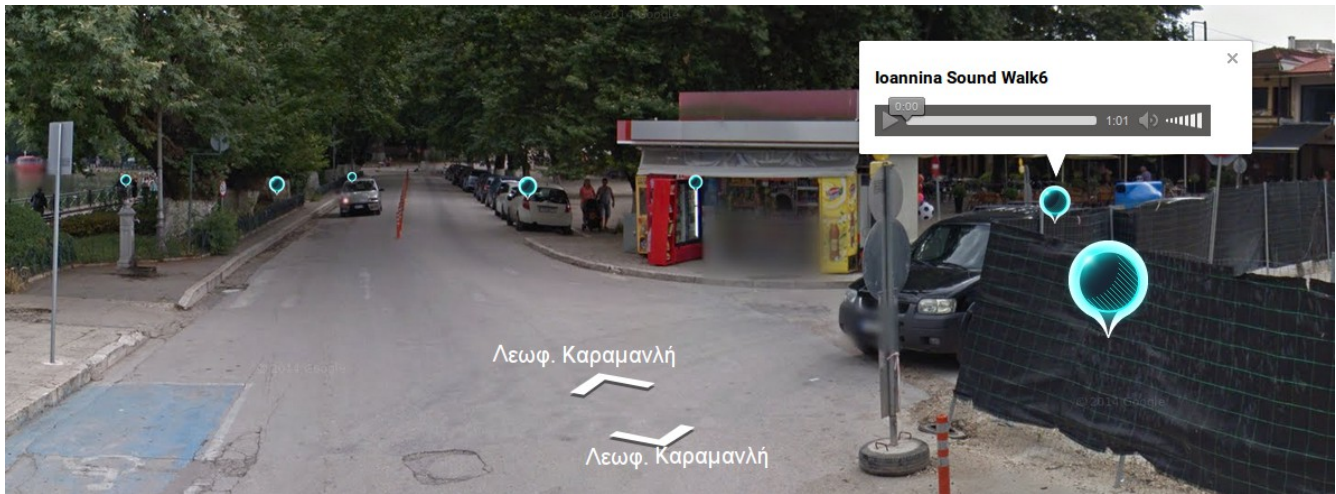
Μέσα στον φάκλεο /js/ περιλαμβάνεται ο κώδικας (javascript) που αποτελεί το SOSV Framework καθώς και κάποιες βιβλιοθήκες που απαιτούνται για την αναπαραγωγή του ήχου μέσω του WebAudio API. Στην συγκεκριμένη υλοποίηση ο κώδικας του SOSV χρειαζόταν κάποιες προσθήκες για την καλύτερη εμπειρία του χρήστη κατά την διάρκεια του ηχο-περιπάτου. Για παράδειγμα τα σημάδια και τα παράθυρα πληροφοριών που εμφανίζονται με κλικ πάνω στο σημάδι δεν είχαν συμπεριληφθεί στην υλοποίηση και έτσι χρειάστηκε να προστεθούν. Η οπτική απεικόνιση των ήχων είναι κάτι σημαντικό για την εμπειρία του χρήστη καθώς με αυτά είναι σε θέση να δει την ακριβή τοποθεσία όπου έγιναν οι ηχογραφήσεις και να μην πηγαίνει "στα τυφλά". Επίσης η παροχή αναπαραγωγέα για τον κάθε ήχο δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να αλλάξει ο ίδιος την εμπειρία του ηχο-περιπάτου μιας και είναι σε θέση να επιδράσει στην ένταση των ηχοτοπίων που επιλέγει αυτός να αναπαραγάγει.

index.html

Το αρχείο αυτό είναι στην ουσία η ιστοσελίδα του ηχο-περιπάτου. Η σελίδα δηλαδή την οποία ανοίγει ο χρήστης στον περιηγητή του για να έχει πρόσβαση στον ηχο-περίπατο. Μία άποψη της σελίδας του ηχο-περιπάτου φαίνεται στις εικόνες 43 και 44 παρακάτω.



Εικόνα 43: Άποψη της σελίδας του ηχο-περιπάτου



Εικόνα 44: Άποψη της σελίδας του ηχο-περιπάτου και του παραθύρου πληροφοριών σημαδιού

3.2 Σενάριο 2ο

Για την αξιολόγηση του μοντέλου κατηγοριοποίησης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για τις ανάγκες του πρώτου σεναρίου εργασίας. Ο αλγόριθμος καλείται να ταυτοποιήσει το εκάστοτε αστικό ηχοτοπίο από άποψη ηχητικών γεγονότων αλλά και από άποψη χρονικής περιόδου (ώρα ηχογράφησης), βασιζόμενος πάντα στα δεδομένα εκπαίδευσης. Έτσι, σε σύνολο εικοσιτεσσάρων ηχοτοπίων ο αλγόριθμος ταυτοποίησε σωστά τα έντεκα από αυτά, γεγονός που του δίνει ένα ποσοστό επιτυχίας ίσο με 45.83 τοις εκατό. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι όλα από τα σωστά ταυτοποιημένα ηχοτοπία, ταξινομήθηκαν ορθά από άποψη χρονικής περιόδου. Αν και το ποσοστό επιτυχίας φαίνεται χαμηλό, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι όσο περισσότερες κλάσεις καλείται να αναγνωρίσει ένας ταξινομητής, το ποσοστό επιτυχίας του μειώνεται. Στην περίπτωση μας ο ταξινομητής καλείται να ταυτοποιήσει έναν ήχο σε σύνολο εννέα κλάσεων. Με απλά λόγια, το ποσοστό επιτυχίας του μοντέλου στην περίπτωση μας σημαίνει ότι ο αλγόριθμος μόλις "παραλάβει" έναν ήχο θα αποκλείσει σχετικά εύκολα έξι-εφτά από τις κλάσεις αλλά θα δυσκολευτεί αρκετά (μεγάλο ποσοστό λάθους) να ταξινομήσει σωστά τον ήχο στις εναπομείνουσες δύο-τρεις. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης φαίνονται στην εικόνα 45 παρακάτω.

Rec_Name	Predifined_Tag	Predicted_Tag	Success	Accuracy
Ioannina Sound Walk	park	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk1	park	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk2	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk3	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk4	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk5	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk6	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk7	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk8	park	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk9	park	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk10	square_office	square_office	TRUE	45.83%
Ioannina Sound Walk11	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk12	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk13	sidestreet_office	square_office	FALSE	
Ioannina Sound Walk14	park	pedestrian_night	FALSE	
Ioannina Sound Walk15	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk16	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk17	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk18	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk19	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk20	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina Sound Walk21	square_office	square_office	TRUE	
Ioannina SoundWalk22	square_office	park	FALSE	
Ioannina SoundWalk23	park	park	TRUE	

Εικόνα 45: Αποτελέσματα αλγορίθμου κατηγοριοποίησης

3.3 Σενάριο 3ο

Για το σενάριο αυτό δεν ήταν απαραίτητη η συλλογή περαιτέρω δεδομένων ή κάποιας άλλης ενέργειας πρακτικού τύπου καθώς η συλλογή δεδομένων που έγινε για την εκπλήρωση των άλλων δύο σεναρίων, πιστοποιεί πως το σύστημα στην παρούσα του φάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς ως εργαλείο κατασκευής βάσεων δεδομένων ήχων πόλεων καθώς περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία (στιγματοθέτηση, περιγραφή, ετικέτες κτλ) που θα χρειαστεί μια τέτοια βάση δεδομένων. Έτσι κάποιος που σκοπό έχει την δημιουργία μιας τέτοιας ηχητικής βάσης, το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να εγκαταστήσει στο κινητό του τηλέφωνο το πρόγραμμα πελάτη του συστήματος και να κάνει ορθή χρήση του. Στην περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να χρησιμοποιήσει διαφορετικές ετικέτες (predifined_tags), για την εκπαίδευση π.χ. του εκάστοτε ταξινομητή με διαφορετικό σετ δεδομένων, το μόνο που έχει να κάνει είναι να τοποθετήσει στην τοποθεσία "~/Android/data/earthclient.mta/files" ένα

αρχείο κειμένου (.txt) με όνομα "pre_tags" και να εγγράψει σε αυτό τις δικές του ετικέτες διαχωρισμένες με εναλλαγή γραμμής. Εάν το παραπάνω αρχείο βρίσκεται στην τοποθεσία που αναφέρθηκε τότε το σύστημα αυτόματα θα φορτώσει τις ετικέτες που βρίσκονται στο αρχείο αυτό και όχι τις προκαθορισμένες. Ακριβώς με την ίδια λογική ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την IP διεύθυνση στην οποία θα μεταφορτώνει τα αρχεία η εφαρμογή, με κάποια δικιά του, τοποθετώντας ένα αρχείο κειμένου με όνομα "ip" το οποίο θα περιέχει την νέα IP διεύθυνση σε μια γραμμή κειμένου. Έτσι, το σύστημα αναγνωρίζοντας την ύπαρξη του αρχείου αυτού, θα χρησιμοποιεί την νέα IP αντί της προκαθορισμένης. Να σημειωθεί ότι η διαδικασία αυτή θα δουλέψει μόνο σε περιπτώσεις όπου η επικοινωνία με τον FTP διακομιστή γίνεται μέσω anonymous χρήστη καθώς η παροχή ονόματος χρήστη και κωδικού ασφαλείας δεν έχει συμπεριληφθεί στην υλοποίηση.

Κεφάλαιο 4ο: Μελλοντική Έρευνα - Επεκτάσεις

Στην ενότητα αυτή παραθέτονται μερικές προτάσεις επέκτασης ή τροποποίησης του υπάρχων συστήματος με σκοπό την περαιτέρω λειτουργικότητα και απόδοση του.

1. Ενοποίηση του ηχητικού χάρτη και του ηχητικού περιπάτου δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να μπορεί να επιλέγει ανάμεσα στα δυο. Δηλαδή, μόλις ανοίγει έναν ήχο στον ηχοχάρτη να υπάρχει η επιλογή να ξεκινήσει έναν ηχητικό περίπατο στην περιοχή που βρίσκεται, εφόσον υπάρχει ένα σύνολο διαθέσιμων ήχων σε κοντινή απόσταση.
2. Χρήση ετικετών οι οποίες θα περιγράφουν το συναίσθημα που προκαλεί στον χρήστη το εκάστοτε ηχοτοπίο. Με αυτό τον τρόπο, θα είναι δυνατό να οπτικοποιήσουμε, με χρήση του χάρτη θερμότητας ή των γραφημάτων, ποιες αστικές περιοχές είναι πιο ευχάριστες ή δυσάρεστες ηχητικά στους χρήστες και μέσω μελέτης των ηχοτοπίων αυτών να κατανοήσουμε τι είναι αυτό που τα καθιστά τέτοια. Με αυτήν την επέκταση, και χρησιμοποιώντας μια πληρέστερη βάση δεδομένων, το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από κοινότητες και αρμοδίους για την αξιολόγηση του αστικού ηχητικού περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση ηχητικά δυσάρεστων ηχοτοπίων.
3. Προσθήκη δυνατότητας απαθανάτισης και μεταφόρτωσης εικόνας (απλής ή πανοραμικής 360 μοιρών) κατά την διαδικασία της ηχογράφησης ή σε μετέπειτα στάδιο, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν δεδομένα δρόμου από την Google, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στους χρήστες να βιώσουν το ακριβές περιβάλλον όπου έγινε η ηχογράφηση, μιας και τα δεδομένα δρόμου που παρέχει η Google στους χάρτες τις πολλές φορές μπορεί να είναι αρκετά έως πολύ απαρχαιωμένα. Επίσης μια φωτογραφία τραβηγμένη από τον χρήστη θα εμπειριέχε και την χρονικά σωστή απεικόνιση του εκάστοτε τοπίου σε αντίθεση με τα δεδομένα δρόμου που παρέχονται στους χάρτες της Google.
4. Ρύθμιση του αλγορίθμου κατηγοριοποίησης για μεγαλύτερη επιτυχία ταξινόμησης. Πρόκειται για αρκετά χρονοβόρα και δύσκολη διαδικασία μιας και διαφορετικά σεντ δεδομένων θα πρέπει

να συλλεχθούν και να δοκιμαστούν σε ένα σύνολο διαφόρων μοντέλων και αλγορίθμων ταξινόμησης. Ακόμα και οι φαινομενικά μικρότερες αλλαγές, όπως για παράδειγμα η χρήση διαφορετικού Bit ανάλυσης ή διαφορετική μορφή κωδικοποίησης, μπορεί να επιφέρουν μεγάλες αλλαγές στο ποσοστό επιτυχίας του συστήματος αυτοματοποιημένης απόδοσης ετικέτας. Επίσης η ηχογράφηση με διαφορετικού τύπου και ποιότητας μικρόφωνα (μικρόφωνα τηλεφώνων, φορητοί εγγραφείς κ.τ.λ) είναι κάτι που πρέπει να ληφθεί υπ όψιν για την διαδικασία βελτίωσης του αλγορίθμου ταξινόμησης.

5. Ενημέρωση των πελατών για αλλαγές που συμβαίνουν στον διακομιστή. Για παράδειγμα, κάθε φορά που προστίθεται ένα νέο ηχοτόπιο να εμφανίζεται μια ειδοποίηση στους πελάτες με κάποιον υπερσύνδεσμο όπου θα οδηγεί στην σελίδα επιπέδου δρόμου του εν λόγω ηχοτοπίου. Έτσι, θα δίνεται η εντύπωση μιας περισσότερο ενεργής εφαρμογής με αποτέλεσμα η πιθανότητα ενασχόλησης του χρήστη με την εφαρμογή να είναι μεγαλύτερη. Για την επίτευξη τέτοιας λειτουργικότητας δεν είναι απαραίτητη η υλοποίηση αμφίδρομης επικοινωνίας ανάμεσα σε πελάτη και διακομιστή, παρά μόνο η δημιουργία μιας διεργασίας παρασκηνίου στον πελάτη η οποία θα ελέγχει την ιστοσελίδα του συστήματος και συγκεκριμένα την "Recently Uploaded" ενότητα της για τυχόν αλλαγές.

Επίλογος

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας παρουσιάστηκαν οι απαραίτητες διαδικασίες και οι πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος χαρτογράφησης αστικών ηχοτοπίων το οποίο αξιοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για την αυτοματοποιημένη αναγνώριση των ηχοτοπίων καθώς και εργαλεία για την οπτικοποίηση των δεδομένων του με διάφορους τρόπους απο τους χρήστες. Αναλύθηκαν και επεξηγήθηκαν σε επίπεδο λειτουργίας και δομής τα υποσυστήματα τα οποία συνυπάρχουν και συνεργάζονται για την επίτευξη του τελικού αποτελέσματος καθώς και έγινε αναφορά στα κύρια εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του συστήματος. Τέλος, παρουσιάστηκαν μερικά σενάρια εργασίας της εφαρμογής και κατατέθηκαν διάφορες προτάσεις βελτίωσης και αναβάθμισης της, απο άποψη απόδοσης και λειτουργικότητας.

Η όλη διαδικασία ανάπτυξης, ρύθμισης, αποσφαλμάτωσης και γενικά υλοποίησης του συστήματος ήταν μια σκληρή πρόκληση αλλά ταυτόχρονα και μια ανεκτίμητη εμπειρία για εμένα μιας και μου χάρισε πολύτιμες γνώσεις σε διάφορους τομείς του προγραμματισμού, από την διαμόρφωση και την λειτουργία απομακρυσμένων διακομιστών, την ρύθμιση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τον προγραμματισμό έξυπνων κινητών τηλεφώνων μέχρι την διαδικασία απλούστευσης σύνθετων προβλημάτων και την χάραξη κατάλληλων στρατηγικών για την επίλυσή τους.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

- Truax, B., 1999. ed. Handbook for acoustic ecology. 2nd ed. Vancouver, Canada: Cambridge Street Publishing, 1999. Available from: <<http://www.sfu.ca/sonic-studio/handbook>>[Retrieved 2015-10-09.]
- Truax, B., 1978. The world soundscape project's handbook for acoustic ecology. A.R.C publication. p. 126. ISBN 0-88985-010-0.
- Schafer, Raymond Murray (1977). The Tuning of the World. Random House Inc.
- Ψηφιακή Επεξεργασία και Αυτόματη Κατηγοριοποίηση Περιβαλλοντικών Ήχων. <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/3705/1/PhD_Thesis_final.pdf>[Retrieved 2016-05-01.]
- Willi Richert, Luis Pedro Coelho. Building Machine Learning Systems with Python. Packt Publishing, Limited, 2013
- Adrian, Wan (May 27, 2012). "The surround-sound approach to planning; 3-D noise maps show the impact on nearby residents of the sounds from traffic and construction sites, and more importantly, how to mitigate them". South China Morning Post.
- "Making Maps with Sound " Making Maps: DIY Cartography". makingmaps.wordpress.com. [Retrieved 2015-22-09.]
- Μεθοδολογική προσέγγιση της γεωγραφικής διάστασης του αστικού ηχοτοπίου. <<http://users.auth.gr/paki/files/temp/01.pdf>>[Retrieved 2016-25-01.]
- Daniele Barchiesi, Dimitrios Giannoulis, Dan Stowell and Mark D. Plumbley. Acoustic Scene Classification. Queen Mary University of London. <<http://arxiv.org/pdf/1411.3715.pdf>> [Retrieved 2015-14-11.]
- Methodology of reproduction of multimedia files in cartographic environment aiming at the audiovisual description of landscapes - Application in the urban space of Veria. <<http://users.auth.gr/~paki/files/soundscape/projects/Paper@ELINA08.pdf>>[Retrieved 2016-01-22.]

- ΕΛΟΤ, 1988, Ακουστική "Ορολογία περιβαλλοντικής ακουστικής", ΕΛΟΤ 556.02 / 7-7-1988. TE 2/OE5.
- Marcello Sorce Keller, "The Windmills of my Mind – Musings about Haydn, Kant, Sonic Ecology, and Hygiene", in Gisa Jähnichen and Chinthaka Meddegoda (eds.), Music – Dance and Environment. Serdang: Universiti Putra Malaysia Press, 2013, 1–31.
- Sounds of Street View by Amplifon Journalism Press Kit. <<http://www.amplifon.co.uk/sounds-of-street-view/press-kit/index.html>>[Retrieved 2015-11-12.]
- Granö J.G. 1997 (1929). Pure Geography. John Hopkins Univ. Press. Baltimore, USA Hedfors P., 2003. Site Soundscapes, Landscape architecture in the light of sound. Doctor's dissertation, Dep. Of Landscape Planning Ultuna, Uppsala, Sweden
- Wikipedia. Server (computing). <[https://en.wikipedia.org/wiki/Server_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Server_(computing))>[Retrieved 2016-22-01.]
- Curniff, P. F., 1977, Enviromental Noise, Electronic Document: www.datakustik.de
- Wikipedia,Client-Server model.<https://en.wikipedia.org/wiki/Client%E2%80%93server_model>[Retrieved 2016-01-03.]
- Truax, B., 1998. Models and strategies for acoustic design, in: Papers presented at the confefance "Stockholm Hey Listen!" June 9-13, Royal Swedish Academy of Music, Stockholm, 8-16
- Wikipedia. Machine Learning. <https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning>[Retrieved 2015-11-22.]
- Truax, B., 1984. Acoustic Communication. Ablex, New Jersey
- Προηγμένες Υπηρεσίες και Εφαρμογές Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing). <<https://www.grnet.gr/el/about-grnet>>[Retrieved 2016-01-02.]
- U.S Enviromental Protection Agency, 1971. Effects of Noise on People, NTID 300.7, NTIS Document No. PB-206723
- Audio processing using auditory scene analysis and spectral skewness. <<http://www.google.com/patents/US8396574>>[Retrieved 2016-01-04.]
- Audio Level Kurtosis testing. <<http://luciddreamingapp.com/sound-level-analysis->

[advancement/](#)>[Retrieved 2016-01-04.]

- Yaafe core features. <<http://yaafe.sourceforge.net/features.html>>[Retrieved 2015-09-10.]
- U.S Environmental Protection Agency, 1977, Toward a National Strategy for Noise Control
- Interactive Heatmaps with Google Maps API v3. <<http://www.joyofdata.de/blog/interactive-heatmaps-with-google-maps-api/>>[Retrieved 2015-12-30.]
- Nementh, D. 1984. Prolegomenon to a geographic study on the subjective quality of inner-city space. Cheju National Univ. Academic Journal, Korea, Vol. 19, 151-162
- Ηχοτοπία και Ήχοι. <<https://mythoplasieskiafigiseis.wordpress.com/2012/10/09/ηχοτοπία-ήχου/>>[Retrieved 2015-11-07.]
- Pumilio. A Web-Based Management System for Ecological Recordings <<http://ljvillanueva.github.io/pumilio/>>[Retrieved 2015-12-30.]