ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΠΙΣΗΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ (EUROPEANA MUSIC)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΡΑΙΣ ΤΣΟΥΡΑ

Επιβλέπων : Παναγιώτης Ζέρβας
Επίκουρος Καθηγητής

Ρέθυμνο, Μάιος 2020

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

(Υπογραφή)	*(Υπογραφή)*	*(Υπογραφή)*
.....	.....	.....

Ρέθυμνο, .../.../2020

(Υπογραφή)

.....

Ραΐς Τσουρά

© 2020 – All rights reserved

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στις ψηφιακές βιβλιοθήκες, και πιο συγκεκριμένα στην ευρωπαϊκή ψηφιακή βιβλιοθήκη (europeana), στην αναγκαιότητά τους, στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αλλά και στις προκλήσεις που αυτές αντιμετωπίζουν στη σύγχρονη εικόνα, καθώς και τη σχέση τους με τις παραδοσιακές βιβλιοθήκες. Γίνεται αναφορά της σημασίας των υπολογιστικών εργαλείων για την χρήση των βάσεων δεδομένων αλλά και της επεξεργασίας τους κυρίως στο θέμα της ανάκτησης μουσικής πληροφορίας. Συνάμα στα πλαίσια της εργασίας γίνεται μια προσπάθεια εξοικείωσης με τις έννοιες των τεχνολογιών γνώσης, των Περιγραφικών Λογικών, της ανάπτυξης γνώσης και οντολογιών με έμφαση στη μουσική. Συνάμα θα μελετηθούν βασικά πρότυπα αναπαράστασης μεταδεδομένων σε εγγραφές μουσικής πληροφορίας. Στα πλαίσια της εν λόγω μελέτης θα γίνει προσπάθεια εξοικείωσης με το Europeana API για την ανάπτυξη επισημειωμένων βάσεων μουσικής πληροφορίας. Θα γίνει προσπάθεια υλοποίησης κλήσεων προς τα παρεχόμενα από τη Europeana APIs, Search, Record και Annotations μέσω διάφορων εργαλείων (api clients). Στο πλαίσιο αυτό θα αναπτύξουμε μια επισημειωμένη βάση παραδοσιακής ελληνικής μουσικής μέσα από τις εγγραφές ή τα δεδομένα που θα ανακτήσουμε από την EuropeanaMusic.

Λέξεις Κλειδιά: "**Ψηφιακές Βιβλιοθήκες, Μουσικές ψηφιακές βιβλιοθήκες, Europeana, Μηχανική Μάθηση, Ανάκτηση Μουσικής Πληροφορίας, Μεταδεδομένα"**

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Abstract

In this paper, reference is made to digital libraries, and more specifically to the European Digital Library (europeana), their necessity, advantages and disadvantages but also the challenges they face in the modern picture, as well as their relationship with traditional libraries. Reference is made to the importance of computing tools for the use of databases and their processing, mainly in the field of music information retrieval. At the same time, in the context of the work, an attempt is made to get acquainted with the concepts of knowledge technologies, Descriptive Logic, knowledge development and ontologies with emphasis on music. At the same time, basic standards for the representation of metadata in music information recordings will be studied. As part of this study, an attempt will be made to familiarize ourselves with the Europeana API for the development of formal music databases. Attempts will be made to make calls to Europeana APIs, Search, Record and Annotations via various tools (api clients). In this context, we will develop a formal database of traditional Greek music through the recordings or the data that we will retrieve from EuropeanaMusic.

Keywords: "Digital libraries, Music digital libraries, Europeana, Machine Learning, Music Information Retrieval, Metadata"

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Κατάλογος περιεχομένων

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΠΙΣΗΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ (EUROPEANA MUSIC) 1

Κεφάλαιο 1 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες 1

1.1 Τι είναι οι ψηφιακές βιβλιοθήκες 3

1.1.1 Ιστορία των ψηφιακών βιβλιοθηκών 4

1.1.2 Οι βάσεις για τη δημιουργία των ψηφιακών βιβλιοθηκών 7

1.2 Κατασκευή Ψηφιακής Βιβλιοθήκης 10

1.3 Διάφοροι μύθοι για τις ψηφιακές βιβλιοθήκες 11

1.4 Οι προκλήσεις για τις ψηφιακές βιβλιοθήκες 12

1.5 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα ψηφιακών βιβλιοθηκών 13

1.5.1 Πλεονεκτήματα 13

1.5.2 Μειονεκτήματα 15

1.6 Η αναγκαιότητα της ψηφιοποίησης 15

Κεφάλαιο 2 Ευρωπαϊκή Ψηφιακή Βιβλιοθήκη 16

2.2 Europeana 18

2.2.1 Ιστορικό 19

2.2.2 EuropeanaSounds 20

Κεφάλαιο 3 Βάσεις δεδομένων & ανάκτηση μουσικής πληροφορίας 22

3.1 Μηχανική Μάθηση 22

3.1.1 Κατασκευή ηχητικής βάσης δεδομένων 23

3.1.2 Είδος αρχείων 24

3.2 Μεταδεδομένα 25

3.3 APIS 28

3.4 Παραδείγματα χρήσης των τριών API 29

Κεφάλαιο 4 Συλλογή ηχητικών δεδομένων και επισημείωση 35

4.1 Λεπτομέρειες υλοποίησης 35

4.2 Χρήση κατάλληλου api client – Postman 36

4.3 Διαχείριση δεδομένων 38

4.3.1 Προετοιμασία των αρχείων: 38

4.3.2 Προετοιμασία των πεδίων: 39

4.3.4 Ολοκλήρωση διαδικασίας *42*
4.4 Επεξεργασία των αποτελεσμάτων 42
4.5 Επέκταση προσβασιμότητας 44
Κεφάλαιο 5 Επίλογος **45**
5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα 45
5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις 45
Βιβλιογραφία **46**

Κεφάλαιο 1 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες

Με την πρόοδο της τεχνολογίας της πληροφορίας και της επικοινωνίας, ο ρυθμός έκρηξης πληροφοριών αυξάνεται εκθετικά. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη δεν είναι παρά η μετατροπή των φυσικών μέσων της παραδοσιακής βιβλιοθήκης, δηλαδή βιβλία, περιοδικά, άρθρα κ.λπ., σε ψηφιακή μορφή (0 και1 bit). Η ευελιξία είναι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της ψηφιακής πληροφόρησης. Η παραδοσιακή βιβλιοθήκη αντιμετωπίζει διάφορα προβλήματα όπως αυτά της αύξησης του κόστους βιβλίων και περιοδικών, τη συρρίκνωση του εκάστοτε προϋπολογισμού που διασφαλίζει την ομαλή τους λειτουργία, την αδυναμία για την παροχή πολλαπλών αντιγράφων στους ενδιαφερόμενους αναγνώστες καθώς επίσης και συστηματική πλέον έλλειψη ενδιαφέροντος από τους εν δυνάμει αναγνώστες. Η συστηματική έλλειψη ενδιαφέροντος πέρα από το ότι υπάρχει σαν γενική τάση, υφίσταται ως τέτοια και σε αυτούς που όντως ψάχνουν για κάτι. Η δυνατότητα που έχει πλέον κάποιος να ψάξει στο διαδίκτυο σε περιεχόμενο με πολλές παραμέτρους και συνδυασμούς και η ικανότητα των αλγορίθμων να επιστρέψουν πολύ σχετικά αποτελέσματα με αυτό που προσπαθεί κάποιος να αναζητήσει καθιστούν τις παραδοσιακές βιβλιοθήκες αδύναμες ώστε να χάσουν αρκετό έδαφος ως προς το ενδιαφέρον τους. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη περιέχει ψηφιακή αναπαράσταση του αντικειμένου που βρίσκεται σε αυτό. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη θεωρείται γενικά ως μια ηλεκτρονική έκδοση μιας βιβλιοθήκης. Μια ψηφιακή βιβλιοθήκη μπορεί να περιέχει π.χ. όλα τα βίβλια της φυσικής βιβλιοθήκης σκαναρισμένα και να τα διαθέτει προς ανάκτηση ως pdf. Στην περίπτωση αυτή αποτελεί πράγματι μια ηλεκτρονική έκδοση της παραδοσιακής βιβλιοθήκης. Με τον τρόπο αυτό όμως δεν εκμεταλλευόμαστε τις δυνατότητες που υπάρχουν πλέον στην τεχνολογία. Η έννοια "ψηφιακό αρχείο" είναι γενική. Ψηφιακό είναι και ένα αρχείο μιας παρτιτούρας σκαναρισμένο, αλλά επίσης ψηφιακό είναι και ένα αρχείο παρτιτούρας το οποίο είναι σε μια μορφή που έχει αποθηκευτεί το περιεχόμενο της

παρτιτούρας. Ο χρήστης έτσι μπορεί να αναζητήσει όχι μόνο τον τίτλο της παρτιτούρας αλλά και μουσικές φράσεις. Με αυτό τον τρόπο επεκτείνουμε τις δυνατότητες μιας παραδοσιακής βιβλιοθήκης γιατί μπορούμε να αναζητήσουμε πλέον στο περιεχόμενο των αρχείων. Κατά μία έννοια, δεν σημαίνει απλώς τη μηχανοργάνωση των παραδοσιακών βιβλιοθηκών. Σύμφωνα με τον Larson[1], η ψηφιακή βιβλιοθήκη αποτελεί την παγκόσμια εικονική βιβλιοθήκη - τις βιβλιοθήκες των χιλιάδων "δικτυωμένων ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών". Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες περιγράφουν τη συλλογή διαφόρων πηγών βιβλιοθήκης έτσι ώστε οποιοσδήποτε χρήστης να έχει πρόσβαση στους πόρους οποιαδήποτε στιγμή οπουδήποτε.

Σύμφωνα με την Αμερικανική Ομοσπονδία Ψηφιακής Βιβλιοθήκης, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες είναι οργανισμοί που παρέχουν τους πόρους, συμπεριλαμβανομένων του εξειδικευμένου προσωπικού, να επιλέγει, να διαρθρώνει, να προσφέρει πνευματική πρόσβαση, να ερμηνεύει, να διανέμει, να διατηρεί την ακεραιότητα και να διασφαλίζει την πρόσβαση στη συλλογή ψηφιακών έργων ώστε να είναι εύκολα και οικονομικά διαθέσιμη για χρήση από μια καθορισμένη κοινότητα ή σύνολο κοινοτήτων.

Ο ορισμός μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης μπορεί να δοθεί ως το σύνολο χαρακτηριστικών που έχουν ως εξής. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη είναι μια συλλογή υπηρεσιών, συλλογή των αντικειμένων - πληροφοριών, όπου περιλαμβάνει την υποστήριξη χρηστών με αντικείμενα πληροφοριών, την οργάνωση και τη διατήρηση αυτών των αντικειμένων, τη διαθεσιμότητα απευθείας ή έμμεσα, και την ηλεκτρονική / ψηφιακή διαθεσιμότητα. Ο πρωταρχικός στόχος της ψηφιακής βιβλιοθήκης έχει ως στόχο τη βελτίωση της πρόσβασης καθώς και το κόστος , την εξοικονόμηση, τη συντήρηση, και τη διατήρηση της σύμπλευσης με την τεχνολογία και τις πληροφορίες.

Ένα κύριο όφελος της ψηφιακής βιβλιοθήκης είναι η διατήρηση σπάνιων και εύθραυστων αντικειμένων βελτιώνοντας ταυτόχρονα την πρόσβασή τους σε πολλούς χρήστες. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους οι βιβλιοθήκες πρέπει να ψηφιοποιηθούν, αλλά ο πρωταρχικός λόγος για την ψηφιοποίηση είναι η ανάγκη του χρήστη για εύκολη πρόσβαση σε υψηλή ποιότητα δεδομένων - πληροφορίας. Επίσης η ανάγκη για δυνατότητες αναζήτησης, πλέον οι χρήστες είναι απαιτητικοί σε αυτό. Στις παραδοσιακές βιβλιοθήκες πρέπει να γνωρίζεις εκ των προτέρων τι χρειάζεσαι, είτε να βασιστείς σε ό,τι προτείνει αυτός που εργάζεται εκεί, είτε να ψάξεις

τυχαία ξεφυλλίζοντας τα βιβλία. Εχοντας όμως εξαγάγει το περιεχόμενο των βιβλίων ή παρτιτούρων ή ακόμα και ακουστικών αρχείων σε επεξεργάσιμη σημασιολογική πληροφορία, οργανώνοντας τα και προσθέτοντας μεταδεδομένα μπορούμε πλέον να εφαρμόζουμε σύνθετους αλγόριθμους αναζήτησης και να έχουμε όλα τα δυνατά αποτελέσματα. Άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα της ψηφιακής βιβλιοθήκης είναι η διατήρηση ποιότητας των ψηφιοποιημένων αντικειμένων δεδομένου ότι δεν φθείρονται από τους χρήστες, η δυνατότητα πρόσβασης σε πολλαπλές αναφορές, ο μη περιορισμός της χρήσης του υλικού σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, η αποθήκευση των αρχείων και τα μέτρα ασφάλειας. Η ψηφιακή συλλογή, η σχετική τεχνολογία και οι εργασίες / υπηρεσίες της είναι σημαντικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής βιβλιοθήκης.

1.1 Τι είναι οι ψηφιακές βιβλιοθήκες

Είναι φανερό ότι στην μέχρι τώρα παρουσίασή μας μπορεί κανείς να πει ότι η ψηφιακή βιβλιοθήκη ενδέχεται να σημαίνει διαφορετικά πράγματα για την κάθε προσέγγιση. Στην πραγματικότητα, από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 υπήρχε μια σύγχηση γύρω από το τρίπτυχο ηλεκτρονική βιβλιοθήκη (electronic library), πλασματική βιβλιοθήκη (virtual library), βιβλιοθήκη δίχως όρια/τείχη (library without walls), δίχως να είναι ποτέ σαφές σε τι αναφέρεται ακριβώς ο κάθε όρος[2]. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη είναι η τρέχουσα και ευρύτερη αποδεκτή τάση όλων των προηγούμενων μαζί. Ακριβώς επειδή υπάρχει μεγάλος τομέας έρευνας σε σχέση με τις ψηφιακές βιβλιοθήκες, μπορούμε να θέσουμε την εξής κατηγοριοποίηση[3]:

- Από την οπτική της ανάκτησης πληροφορίας (information retrieval point of view), αποτελεί μια μεγάλη βάση δεδομένων (large database).
- Για αυτούς που εργάζονται σε τεχνολογίες υπερκειμένων (hypertext technology), αποτελεί μια εφαρμογή σε μεθόδους αντίστοιχες (hypertext methods).
- Για αυτούς που εργάζονται σε μια ευρύτερη περιοχή “παράδοσης” πληροφορίας (wide-area information delivery), η ψηφιακή βιβλιοθήκη είναι μια εφαρμογή του ιστού (Web).
- Για την βιβλιοθηκονομία είναι μια περαιτέρω αυτοματοποίηση.

- Για αυτούς που ασχολούνται με την επιστήμη των υπολογιστών (computer scientists and software developers), η ψηφιακή βιβλιοθήκη αποτελεί τη συλλογή αλγορίθμων και εφαρμογών (collections of computer algorithms or software programs).
- Για μεγάλες επιχειρήσεις αποτελούν τα συστήματα διαχείρισης εγγράφων (document management systems) σε ηλεκτρονική μορφή που ελέχγουν την ροή της επιχείρησης.

Πρέπει να ξεκαθαρίσουμε, όπως θα δούμε και παρακάτω ότι ενώ η πορεία ιστορικά της ψηφιακής βιβλιοθήκης είναι συνυφασμένη με το δίκτυο και τον ιστό οι ψηφιακές βιβλιοθήκες δεν μπορούν[4] να περιγραφούν από το δίκτυο, διότι εξυπηρετούν ή προορίζονται για εντελώς διαφορετικό σκοπό. Στη βάση λοιπόν ότι οι ψηφιακές βιβλιοθήκες κατασκευάζονται για να εξυπηρετούν συγκεκριμένες κοινότητες, μπορούμε να πούμε[5] ότι αποτελούν οργανισμούς που παρέχουν τους πόρους, καθώς και το εξειδικευμένο προσωπικό, για την επιλογή, τη δόμηση, την παροχή πνευματικής πρόσβασης στην ερμηνεία, διανομή, στη διατήρηση της ακεραιότητας και στη διασφάλιση των συλλογών ψηφιακών έργων ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμο και διαθέσιμο από μια κοινότητα ή σύνολο κοινοτήτων. Αναλυτικότερα για τον προσδιορισμό των ψηφιακών βιβλιοθηκών μπορεί κανείς να ανατρέξει στο αποκαλούμενο “DELOS Manifesto[6]”.

1.1.1 Ιστορία των ψηφιακών βιβλιοθηκών

Αν, για τους λόγους που αναφέραμε, δεν είναι επαρκώς καταγεγραμμένη η ιστορία των ψηφιακών βιβλιοθηκών, μπορούμε να πούμε ότι το ξεκίνημα της σκέψης ήδη από το 1895, όταν οι Paul Otlet και Henry La Fontaine, με το πρόγραμμα[7] “Mundaneum”, είχαν την πεποίθηση ότι αν μπορούσαν να συγκεντρώσουν όλη την ανθρώπινη γνώση και την έκαναν προσβάσιμη σε όλους τότε θα μπορούσε να επιτευχθεί και η παγκόσμια ειρήνη. Να τονίσουμε ότι η έννοια της ελεύθερης προσβασιμότητας είναι κυρίαρχη και σήμερα[8]. Στην αρχική τους ιδέα στηρίζεται και η απαρχή της “Επιστήμης της τεκμηρίωσης” (Documentation Science) η οποία σχετίζεται με την αποθήκευση και ανάκτηση πληροφορίας, που εαποτελεί ακριβώς και τον πυρήνα των σημερινών ψηφιακών βιβλιοθηκών. Είναι η ιδέα τόσο της συλλογής (data collection) και της ανάκτησης πληροφορίας (data retrieval) αλλά και της ελεύθερης πρόσβασης σε αυτή που δημιουργούν έναν κοινό τόπο σε όλο αυτό το

οικοδόμημα και συνδυάζουν πολλούς ετερόκλητους φαινομενικά τομείς.

Έτσι για παράδειγμα μέχρι να δημιουργηθούν οι πρώτες ψηφιακές βιβλιοθήκες έπρεπε να τεθούν οι βάσεις για το τι σημαίνει πληροφορία, πως αυτή μπορεί να αποθηκευτεί και να επεξεργαστεί, αλλά και πως μπορεί να είναι προσβάσιμη χρονικά και χωρικά από όλους. Αυτά όλα τα θέματα που αποτελούσαν επιστημονική φαντασία έναν αιώνα πριν σήμερα θεωρούνται δεδομένα για τον μέσο χρήστη. Αποτέλεσαν όμως ανυπέρβλητα προβλήματα τόσο θεωρητικά όσο και τεχνικά και συνδυάζουν όλες τις συναφείς επιστήμες, μαθηματικά, πληροφορική, ηλεκτρονική, κυβερνητική, φυσική, ψυχολογία, νομική κ.λ.π. Ο κάθε κλάδος έπαιξε τον ρόλο του στη διαμόρφωση και αν και φαίνεται ίσως χαοτικό να το προσεγγίσει κανείς, πρέπει να δούμε όπως και είναι αποδεκτό από τις κυρίαρχες τάσεις της έρευνας σήμερα ότι η εξέλιξη των ψηφιακών βιβλιοθηκών σχετίζεται ιστορικά και είναι ρητά συνδεδεμένημε το διαδίκτυο (Internet) καθώς και με τον ιστό (Web)[9]. Υπό αυτή την έννοια προκειμένου να προσεγγίσουμε επαρκέστερα την έννοια της ψηφιοποίησης της πληροφορίας μπορούμε να παρακολουθήσουμε την χρονική εξέλιξη και τις ανάγκες μέσα από τις οποίες ξεπήδησαν το Διαδίκτυο και ο Ιστός. Το ξεκίνημα του ιστού ως αρχική ανάγκη επικοινωνίας και η πορεία του προς τον μετασχηματισμό στη σημερινή του μορφή, προσομοιάζει με τις επιμέρους δομές όπως αυτές της εξέλιξης και εμφάνισης των digital libraries. Ο Παγκόσμιος ιστός συγκροτείται από την επιτυχή διασύνδεση και επικοινωνία όλων των επί μέρους εθνικών και τοπικών δικτύων στα οποία είναι συνδεδεμένοι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Πριν όμως από τη δημιουργία του ιστού (World Wide Web) στις αρχές του 1990 από τον Tim Berners Lee, όπως τον έχουμε στο νου μας σήμερα, υπήρχε το Διαδίκτυο ως υπόβαθρο πάνω στο οποίο χτίστηκε ο Ιστός. Ενισχύοντας την επιχειρημοτογία μας για την ευρύτητα του θέματος του προσδιορισμού της ψηφιακής βιβλιοθήκης, παρατηρεί κανείς ότι υπάρχει σύγχυση ακόμη και μεταξύ της χρήσης των όρων του Δικτύου (Internet) και του Ιστού (Web). Ο Ιστός αποτελεί μια εφαρμογή που χρησιμοποιούν πλέον δισεκατομμύρια άνθρωποι στο Διαδίκτυο. Η πραγματικότητα είναι ότι ήταν η σύλληψη του Ιστού αυτή που άλλαξε τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι πλέον επικοινωνούν, κάνουν έρευνα, μελετούν κ.λ.π. παρά το Διαδίκτυο, διότι αυτό υπήρξε περίπου μισό αιώνα πριν τον Ιστό. Ναι μεν οι δυνατότητες του Δικτύου βελτιώνονται αλλά η διάδραση στην πληροφορία και η χρήση των μεταδεδομένων είναι αυτή που άλλαξε τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε με την πληροφορία. Ο Ιστός έπαιξε κυρίαρχο ρόλο στην εξέλιξη του πολιτισμικού προφίλ της επικοινωνίας είτε αυτή είναι επιστημονική, είτε αυτή είναι για

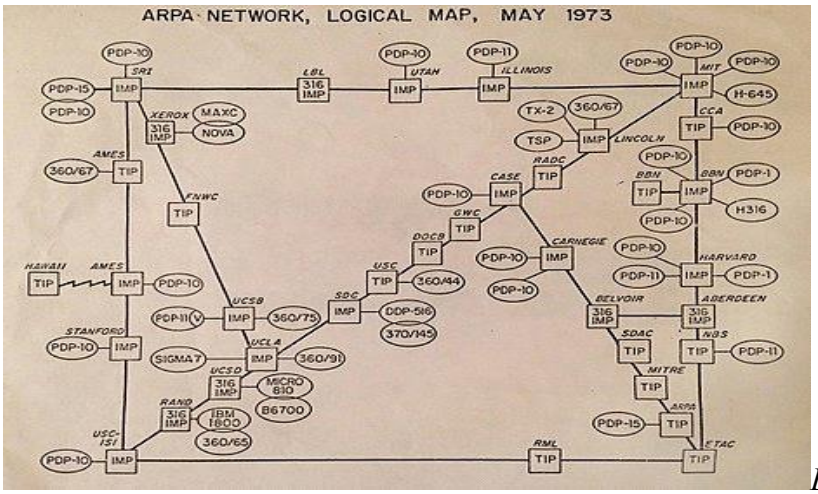
λόγους ψυχαγωγίας , επιμόρφωσης κ.λ.π. Οι επιστήμονες που ασχολήθηκαν αρχικά με τη θεωρία των υπολογισμών εν γένει και κατά συνέπεια με τις μηχανές υπολογισμού συνετέλεσαν στη δημιουργία των πρώτων υπολογιστών. Παραδείγματα αποτελούν οι Neumann και Turing, οι οποίοι έπαιξαν καθοριστικό ρόλο[10] στο ιστορικό πλαίσιο ο καθένας από διαφορετική σκοπιά. Η ιστορία της επιστήμης της «επικοινωνίας» ξεκινά κατά βάση από τον Nobert Wiener. Ο Wiener εισήγαγε την κυβερνητική ως κλάδο έρευνας. Ο εν λόγω κλάδος αντιμετωπίστηκε με σκεπτικισμό από την επιστημονική κοινότητα στα τέλη του 1940 τόσο για πολιτικούς όσο και για κοινωνικούς λόγους. Στο κλασσικό του πλέον σύγγραμμα "The Human Use of Human Beings" αναφέρεται σύμφωνα με την «Κυβερνητική», η πληροφορία και ο έλεγχος διαδραματίζουν τον ίδιο ρόλο βαρύτητας στον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνεται το εκάστοτε κοινωνικό πλαίσιο. Μαζί με τους Claude Shannon[11] και Warren Weaver[12] εισήγαγαν και εμπλούτισαν τον κλάδο της θεωρίας της πληροφορίας από τη μαθηματική, κοινωνική και φιλοσοφική σκοπιά. Το εν λόγω βιβλίο[13] του Wiener αποτελεί έναν εξαιρετικό οδηγό συνοπτικών αναφορών της ιστορίας της επιστήμης από την αρχαιότητα αλλά και των βασικών δομών της επανάστασης που επέφερε η εισαγωγή της στατιστικής μηχανικής στο γίγνεσθαι της επιστήμης. Από την άλλη αποτελεί μια πετυχημένη πρόβλεψη για τον τρόπο με τον οποίο θα επιτευχθεί η επιστημονική και κοινωνική πρόοδος με τη χρήση της πληροφορίας αλλά και της ανταλλαγής των μηνυμάτων που θα πραγματοποιούνται παράλληλα με τις μηχανές και τους ανθρώπους. Είναι πραγματικά αξιοθαύμαστο το ότι αυτό που βιώνει σήμερα το άτομο που χρησιμοποιεί το διαδίκτυο είναι ακριβώς αυτό που περιγράφει ο Wiener ως μια συνέργεια μηχανών (όχι μόνο των υπολογιστών αλλά και των ίδιων των αλγορίθμων που υπεισέρχονται στη διαδικασία της αναζήτησης) και ανθρώπων! Είναι χαρακτηριστική η φράση του «*..The needs and the complexity of modern life make greater demands on this process of information than ever before, and our press, our museums, our scientific laboratories, our universities, our libraries and textbooks, are obliged to meet the needs of this process or fail in their purpose. To live effectively is to live with adequate information. Thus, communication and control belong to the essence of man's inner life, even as they belong to his life in society….*" Παραφράζοντας ελαφρώς αναφέρει ότι η πολυπλοκότητα της σύγχρονης ζωής καθιστούν αυτή την διαδικασία της προσαρμογής και διάθεσης της πληροφορίας περισσότερο επιτακτική και αποτελεί πρόκληση για το αν το πολιτισμικό μας πλαίσιο θα καταφέρει να ικανοποιήσει αυτή την αναγκαιότητα. Οπότε συμπερασματικά το να είναι κάποιος αποτελεσματικός σχετίζεται άμεσα με την

επάρκεια της πληροφορίας. Έτσι η επικοινωνία και ο έλεγχος αποτελούν τα βασικά συστατικά της ποιότητας του ατόμου και της κοινωνίας στην οποία εντάσσεται και την οποία διαμορφώνει.

1.1.2 Οι βάσεις για τη δημιουργία των ψηφιακών βιβλιοθηκών

Προκειμένου να δημιουργηθεί η δυνατότητα της επικοινωνίας μεταξύ των υπολογιστών απαιτούνταν δύο βασικές προϋποθέσεις που συνιστούν και τα βασικά βήματα δημιουργίας της διασύνδεσης. Για να υπάρξει η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφορίας έπρεπε σε πρώτο επίπεδο να υπάρξει η σύνδεση με «φυσικό» τρόπο, για παράδειγμα καλώδια που θα μεταδίδουν ηλεκτρικά σήματα μεταξύ ενός σημείου και ενός άλλου. Αυτό το είδος επικοινωνίας υπήρχε στα πλαίσια των τηλεφωνικών γραμμών αλλά είχε πολλά μειονεκτήματα. Η χρήση μιας γραμμής και η «κατάληψή» της κατά τη διάρκεια της κλήσης και η αποκλειστικότητα που αυτή η επικοινωνία συνεπάγεται έπρεπε να ξεπεραστεί προκειμένου να επιτευχθεί η διάδραση όπως τη γνωρίζουμε σήμερα αλλά και η δυνατότητα ταυτόχρονης επικοινωνίας από πολλές πηγές – δέκτες οι οποίοι μάλιστα ανταλλάσσουν και ρόλους συνεχώς.

Τα δύο βήματα στην κατεύθυνση αυτή αποτέλεσαν τα πακέτα μεταγωγής (packets witching) αλλά και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας (communication protocols - CP) που έλαβαν χώρα κυρίως στη δεκαετία του 1960 αλλά και του 1970. Το 1950 ο ηλεκτρολόγος μηχανικός Paul Baran[14] παρουσίασε έναν τρόπο με τον οποίο η πληροφορία θα μπορούσε να διαδοθεί μετά από μια πυρηνική καταστροφή. Παράλληλα ο φυσικός D. W. Davies[15] παρουσίασε μια αναλυτική περιγραφή του τρόπου μεταγωγής πακέτων. Παράλληλα και ανεξάρτητα με τους άλλους δύο ο Leonard Kleinrock στην παρουσίαση της διατριβής του[16] θεωρείται ότι έθεσε τις θεωρητικές βάσεις για την μεταγωγή πακέτων[17]. Στην παρουσίαση του άρθρου του Davies το 1967 σε ένα συνέδριο όπου ο Lawrence Roberts παρουσίασε ένα σχέδιο δημιουργίας δικτύου υπολογιστών. Αυτά έλαβαν χώρα υπό την αιγίδα του Υπουργείου Αμύνης των ΗΠΑ στο πλαίσιο του Advanced Projects Agency (ARPA)από το οποίο δημιουργήθηκε το ARPANET. Εκείνη την περίοδο στο MIT και ανεξάρτητα ο ψυχολόγος J.C.R. Licklider, εργαζόμενος στον τομέα των ηλεκτρολόγων μηχανικών στη χρήση της τεχνολογίας των υπολογιστών από τον στρατό εισήγαγε τον όρο του Γαλαξιακού Δικτύου (“GalacticNetwork”). Σύμφωνα με την εν λόγω ιδέα στο εν λόγω Δίκτυο οι άνθρωποι θα μπορούν να αλληλεπιδρούν και να μοιράζονται πληροφορία μέσω των υπολογιστών.



Εικόνα 1: Arpanet, May 1973

Έτσι σχεδιασμένο ως καταφύγιο μιας εν δυνάμει πυρηνικής καταστροφής το ARPANET προστάτευε τη ροή πληροφορίας μεταξύ στρατιωτικών εγκαταστάσεων που μπορούσαν να ανταλλάσσουν πληροφορίες με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου επικοινωνίας NCP (Network Control Protocol). Αρχικά λοιπόν υπήρχαν τέσσερις υπολογιστές οι οποίοι ήταν συνδεδεμένοι στο ARPANET. Με την εξέλιξη των υπολογιστών παρουσιάστηκαν ζητήματα συμβατότητας και έπρεπε να δημιουργηθούν πιο κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Η επίλυση στηριζόταν στην ανακάλυψη πιο κατάλληλων πρωτοκόλλων, συγκεκριμένα των TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) τα οποία σχεδιάστηκαν το 1982. Ο LouisPouzin σχεδίασε στις αρχές του 1970 το δίκτυο CYCLADES ως εναλλακτικό δίκτυο του ARPANET. Ήταν αυτός που επηρέασε τους BobKhan και VintCerf οι οποίοι βελτίωσαν τη λειτουργία του ARPANET με την εισαγωγή των πρωτοκόλλων TCP/IP το 1978 και στη συνέχεια την υιοθέτηση από το ARPANET to 1983. Τα πρωτόκολλα λειτουργούν διασπώντας την πληροφορία σε πακέτα (IP) και στη συνέχεια επιβεβαιώνουν ότι τα εν λόγω πακέτα παραδίδονται και αναδιατάσσονται στην σωστή σειρά.

Έτσι ήδη το 1972 πλέον οι χρήστες που ήταν κυρίως επιστήμονες μπορούσαν να ανταλλάσσουν ηλεκτρονικά μηνύματα (email) καθώς και να κάνουν χρήση ενός υπολογιστή που βρίσκεται σε μακρινή απόσταση (telnet). Το 1984 με τη χρήση του Συστήματος Ονομάτων Χώρων (DomainNameSystem) λειτουργούν πάνω από 1000 κόμβοι και οι υπολογιστές αναγνωρίζονται πλέον από διευθύνσεις (IP) που είναι

κωδικοποιημένοι αριθμοί. Αυτό καθιστά εξαιρετικά απλούστερη την απόμνημόνευση των διευθύνσεων αντί των αριθμών και αποτελεί ένα σημαντικό βήμα ευκολίας που σχετίζεται με τη χρήση του Δικτύου. Το 1983 τα Πανεπιστήμια λειτουργούσαν τοπικά δίκτυα (LocalAreaNetworks – LANs) τα οποία εφόσον λειτουργούσαν με λογισμικό πρωτοκόλλων επικοινωνίας δικτύου μπορούσαν να συνδεθούν με άλλα LANsκ.ο.κ. Το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (NationalScienceFoundation – NSF) των ΗΠΑ που αρχικά είχε συνδέσει τους πρώτους υπερυπολογιστές που λειτουργούσαν ώστε οι ερευνητές να έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε αυτούς κατάφερε να συνδέσει και όλα τα πανεπιστήμια μεταξύ τους και σιγά σιγά το ARPANET «απορροφήθηκε» και όλη η ραχοκοκαλιά του Δικτύου αποτελούσε το NSFnet. Πλέον ο δρόμος για την υλοποίηση της κατσκευής βάσης δεδομένων αλλά και πρόσβασης, χωρικής και χρονικής δίχως περιορισμούς ήταν έτοιμος. Ο κύριος εισηγητής που προώθησε και υλοποίησε την ιδέα υπήρξε ο φυσικός Tim Berners – Lee ο οποίος διαμόρφωσε σε μεγάλο βαθμό τα βασικά χαρακτηριστικά του ιστού όπως τον γνωρίζουμε μέχρι σήμερα. Στο κλασσικό βιβλίο του «Weaving the Web» (2000) ξεκινάει αναφέροντας ότι: «Όταν ξεκίνησα πειραματιζόμενος με ένα λογισμικό που εν τέλει έδωσε την ιδέα του ιστού το ονόμασα “Enquire” από ένα παλιό βικτωριανού τύπου συμβουλών βιβλίο («Enquire Within upon Everything”) το οποίο θυμόμουν από παιδί στο σπίτι των γονιών μου έξω από το Λονδίνο. Ο τίτλος του βιβλίου υπαινίσσεται μια θύρα στον κόσμο της πληροφορίας όπου ανέφερε από το πώς μπορείς να αφαιρέσεις λεκέδες ρούχων μέχρι συμβουλές για επένδυση χρημάτων…». Εργαζόμενος στο CERN αντιλήφθηκε αμέσως την ανάγκη επεξεργασίας του τεράστιου αριθμού των δεδομένων των πειραμάτων σκέδασης και την δυνατότητα εύκολης μεταφοράς και αποθήκευσης της πληροφορίας, αρχικά εντός του κέντρου και στη συνέχεια στις χώρες των επιστημόνων που δούλευαν εκεί αλλά και σε όλη την επιστημονική κοινότητα. Η πρώτη ψηφιακή βιβλιοθήκη με τα σημερινά χαρακτηριστικά της ανάκτησης πληροφορίας, επεξεργασίας κ.λ.π. Ήταν πλέον πραγματικότητα. Ακόμα και μέχρι τη δεκαετια του 80 η "βιβλιοθήκη" που μπορείς να εχεις σε ένα λαπτοπ σήμερα αποτελούσε επιστημονική φαντασία. Μετά τη “δικτύωση” των υπολογιστών ακολούθησαν σημαντικά άλματα που συνετέλεσαν στην περαιτέρω διαμόρφωση, επιγραμματικά μπορούμε να αναφέρουμε:

1. Η χρήση οπτικών ινων στο infrastructure των δικτύων[18].

2. Η αύξηση της “μνήμης” (storage memory).
3. Η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των cpu και η εισαγωγή της παράλληλης επεξεργασιας.
4. Οι αλγόριθμοι συμπίεσης (compression algorithms) των αρχείων χωρίς την εξέλιξη των οποίων δεν θα ήταν δυνατό να ανεβοκατεβάζουμε και να διαμοιραζόμαστε τόσο εύκολα αρχεία ήχου, εικόνας και βίντεο.
5. File digital formats και standardization αυτων. Η ψηφιακή μορφή των αρχείων είναι κατι που εξελισσεται κι αυτό και αλλαζει παράλληλα με το hardware. Γενικα εχει περασει πολλά σταδια και είναι πολύ σημαντικό και για τα digital libraries το να υπάρχει τρόπος να γίνονται convert, ώστε να μη γίνονται obsolete τα αρχεια. (πχ αρχεια κασετων ή CD να μετατρέπονται σε άλλο είδος).

1.2 Κατασκευή Ψηφιακής Βιβλιοθήκης

Η μεγαλύτερη δυσκολία κατασκευής μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης είναι η κατασκευή ψηφιακών συλλογών. Η υλοποίησή της απαιτεί ένα σύνολο από hardware εργαλεία όπως είναι σαρωτές (scanners), υπολογιστές και δίσκοι αποθήκευσης, software εργαλεία (όπως ανάλυση και επεξεργασία ήχου και εικόνας), αλλά και τεχνολογίες επικοινωνίας και δικτύου. Ας τα δούμε αναλυτικότερα:

1. Ψηφιακή συλλογή: Αυτή μπορεί να περιέχει τη μετατροπή χαρτιού ή άλλων μέσων υπαρχόντων συλλογών σε ψηφιακή μορφή. Μπορεί να απαιτεί την απόκτηση των δικαιωμάτων των εκδοτών, όπως βιβλία, περιοδικά και βάσεις δεδομένων.
2. Πρόσβαση σε εξωτερική ψηφιακή συλλογή. Για παράδειγμα πολλά επιστημονικά περιοδικά εκδίδονται ηλεκτρονικά σε ιστοσελίδες, όπως το Elsevier, ACM κ.λ.π.
3. Πρόσβαση στην ψηφιακή πληροφορία που υπάρχει στον Ιστό. Όπως είδαμε και πριν ο ιστός αποτελεί το βασικό κομμάτι του διαδικτύου που σχετίζεται με την αποθήκευση ηλεκτρονικής πληροφορίας. Χαρακτηριστικές πύλες πρόσβασης σε ηλεκτρονικές πηγές αποτελούν οι www.edoc.com, www.inflibnet.at.in, κ.α. Οι εν λόγω πύλες παρέχουν πρόσβαση στον χρήστη από το οικιακό του δίκτυο.
4. Μετατροπές της εκτύπωσης σε ψηφιακή μορφή είναι επίσης βασική προϋπόθεση των εγγράφων και εν γένει γραπτών κειμένων τα οποία

σαρώνονται για να μετατραπούν σε ψηφιακά αρχεία.

1.3 Διάφοροι μύθοι για τις ψηφιακές βιβλιοθήκες

Αν και αναφέραμε αρκετούς από τους "μύθους" γύρω από τις ψηφιακές βιβλιοθήκες όταν προσπαθήσαμε να τις πρίσουμε στην προηγούμενη ενότητα, θα προσπαθήσουμε να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι με βάση τη σύγχρονη βιβλιογραφία:

1. Το διαδίκτυο αποτελεί ψηφιακή βιβλιοθήκη: Είναι αναμενόμενο εφόσον στο διαδίκτυο και συγκεκριμένα στον ιστό μπορεί κάποιος να αναζητήσει πληροφορίες για σχεδόν οτιδήποτε, να θεωρηθεί ότι το δίκτυο αποτελεί μια ψηφιακή βιβλιοθήκη. Κάτι τέτοιο απέχει από την πραγματικότητα. Μια ψηφιακή βιβλιοθήκη δεν είναι καν απαραίτητο να είναι σε σύνδεση με το διαδίκτυο. Το διαδίκτυο αποτελεί «ψηφιακή βιβλιοθήκη» υπό την έννοια ότι αν η τελευταία είναι συνδεδεμένη τότε και ο οποιοσδήποτε χρήστης που έχει πρόσβαση σε αυτό, έχει και πρόσβαση, εφόσον επιτρέπεται, στην ψηφιακή βιβλιοθήκη.
2. Η ύπαρξη μιας μοναδικής ψηφιακής βιβλιοθήκης ή ενός παραθύρου με πρόσβαση στις ψηφιακές βιβλιοθήκες. Δεν είναι μέχρι στιγμής εφικτή η πρόσβαση σε ψηφιακές βιβλιοθήκες με έναν ενιαίο τρόπο και με ελεύθερη πρόσβαση. Ο μεγαλύτερος όγκος πληροφορίας που έχει ψηφιοποιηθεί απαιτεί διαπιστευτήρια για να τον προσεγγίσει ο χρήστης και τις περισσότερες φορές υψηλό κόστος.
3. Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες θα παρέχουν μια δίκαιη πρόσβαση, για όλους και οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό επίσης, αν και έχει βελτιωθεί με την ελάττωση του κόστους και την ανάπτυξη της τεχνολογίας σε σχέση με το διαδίκτυο, απέχει από την πραγματικότητα. Μπορεί για παράδειγμα η δικτύωση να είναι πλέον φθηνή σε κάποιες χώρες, η απόκτηση κατάλληλων συσκευών που να στηρίζουν την αντίστοιχη τεχνολογία δεν είναι.
4. Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες θα είναι φθηνότερες από τις παραδοσιακές κατά την άποψη ότι το ψηφιακό είναι φθηνότερο από το χαρτί. Μια τέτοια άποψη αν και ενδεχομένως να αποκτήσει σάρκα και οστά, απέχει από την πραγματικότητα. Η ανάλυση για το εν λόγω ζήτημα είναι πολυπαραγοντική[19] . Σε γενικές γραμμές για το κόστος πρέπει να ληφθούν παράγοντες όπως το κόστος ψηφιοποίησης[20] αλλά και η δυνατότητα πρόσβασης σε αυτές, δικαιώματα κ.ά.

1.4 Οι προκλήσεις για τις ψηφιακές βιβλιοθήκες

Η δημιουργία αποτελεσματικών ψηφιακών βιβλιοθηκών είναι σημαντική για τις παρούσες και μελλοντικές τεχνολογίες. Η ενσωμάτωση των ψηφιακών μέσων στις παραδοσιακές συλλογές δεν θα είναι τόσο άμεση όσο υπήρξε με τη χρήση βίντεο για παράδειγμα. Αυτό διότι η φύση της ψηφιοποίησης είναι λιγότερο καθορισμένη υπό την έννοια ότι η μετάβαση από το αναλογικό στο ψηφιακό απαιτεί κανόνες φιλτραρίσματος. Από τη στιγμή όμως της υλοποίησης της είναι προσβάσιμη από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα αλλά και έχει μεγάλη ευκολία στην αντιγραφή της. Μερικές από τις προκλήσεις των ψηφιακών βιβλιοθηκών σχετίζονται με την ανακάλυψη των πηγών, την ανάπτυξη ψηφιακού περιεχομένου, την διαχείριση της ψηφιακής βιβλιοθήκης, τα πνευματικά δικαιώματα και τα δικαιώματα αντιγραφής κ.α. Προκειμένου λοιπόν να δημιουργηθεί μια αποτελεσματική βιβλιοθήκη απαιτούνται:

1. Κατασκευή της πηγής: Προκειμένου να διασφαλιστεί αυτή η προϋπόθεση θα πρέπει να υπάρξουν τα κατάλληλα τεχνικά μέσα για την ψηφιοποίηση αναλογικού υλικού. Σχεδίαση και εργαλεία επανάκτησης για την αποκατάσταση ημιτελούς πληροφορίας εξαιτίας φθορών κ.λ.π. Επίσης απαραίτητα είναι τα εργαλεία που διευκολύνουν τη βελτίωση της καταλογράφησης ενσωματώνοντας τις συνεισφορές των χρηστών.
2. Διαλειτουργικότητα: Καθιέρωση πρωτοκόλλων και προτύπων για τη διευκόλυνση της συναρμολόγησης κατανεμημένων ψηφιακών βιβλιοθηκών.
3. Πνευματική ιδιοκτησία: Καθιέρωση πρωτοκόλλων και προτύπων για τη διευκόλυνση της συναρμολόγησης κατανεμημένων ψηφιακών βιβλιοθηκών.
4. Αποτελεσματική πρόσβαση: Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την επίτευξη της πρόσβασης σε ψηφιακό και αναλογικό υλικό, την ανάπτυξη προσεγγίσεων που μπορούν να παρουσιάσουν ετερογενείς πόρους με συνεκτικό τρόπο, την δυνατότητα της χρήσης μιας εθνικής βιβλιοθήκης σε διαφορετικές κοινότητες χρηστών για δαφορετικούς σκοπούς και να παρέχει πιο αποτελεσματικά και ευέλικτα εργαλεία για τη μετατροπή του ψηφιακού περιεχομένου ανάλογα με την ανάγκη των τελικών χρηστών.
5. Διατήρηση των πόρων: Ανάπτυξη οικονομικών μοντέλων για την υποστήριξη της εθνικής ψηφιακής βιβλιοθήκης.

1.5 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα ψηφιακών βιβλιοθηκών

1.5.1 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα των ψηφιακών βιβλιοθηκών ως μέσο εύκολης και γρήγορης πρόσβασης σε βιβλία, αρχεία και εικόνες διαφόρων τύπων πλέον αναγνωρίζονται ευρέως από τα εμπορικά συμφέροντα και τους δημόσιους φορείς. Οι παραδοσιακές βιβλιοθήκες περιορίζονται από το χώρο αποθήκευσης. Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες έχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης πολύ περισσότερων πληροφοριών, απλώς και μόνο λόγω της ψηφιακής δομής της πληροφορίας όπου απαιτείται ελάχιστος φυσικός χώρος για να τη συγκρατήσουν. Ως εκ τούτου, το κόστος διατήρησης μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης μπορεί να είναι πολύ χαμηλότερο από αυτό της παραδοσιακής βιβλιοθήκης. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα για την ψηφιακή μετατροπή είναι η αυξημένη προσβασιμότητα στους χρήστες. Αυξάνουν επίσης τη διαθεσιμότητα σε άτομα που μπορεί να μην ήταν εφικτή η πρόσβαση στη βιβλιοθήκη, εξαιτίας αδυναμίας μετακίνησης, όπως για παράδειγμα άλλη χώρα. Ας αναφέρουμε μερικά πλεονεκτήματα:

- Δεν υπάρχει φυσικό όριο: Ο χρήστης μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης δεν χρειάζεται να πάει τη βιβλιοθήκη ως φυσική παρουσία, άνθρωποι από όλο τον κόσμο μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στις ίδιες πληροφορίες, εφόσον υπάρχει διαθέσιμη σύνδεση στο Internet.
- Διαθεσιμότητα όλο το εικοσιτετράωρο: Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ψηφιακών βιβλιοθηκών είναι ότι οι άνθρωποι μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε εικοσιτετράωρη βάση στις πληροφορίες, δηλ. στους χρήστες μπορεί να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες οποιαδήποτε στιγμή παρέχεται το κατάλληλο δίκτυο - συνδεσιμότητα.
- Πολλαπλές προσβάσεις: Οι ίδιοι πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα από διάφορους χρήστες.
- Ανάκτηση πληροφοριών: Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιονδήποτε όρο αναζήτησης (λέξη, φράση, τίτλο, όνομα και θέμα) για να αναζητήσει ολόκληρη τη συλλογή. Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες μπορούν να παρέχουν πολύ φιλικές προς το χρήστη διεπαφές, δίνοντας άμεση πρόσβαση στις πληροφορίες που αυτός επιθυμεί.
- Προστασία και διατήρηση: Η ψηφιοποίηση δεν είναι μακροπρόθεσμη λύση για

τη φύλαξη των φυσικών συλλογών αλλά επιτυγχάνει, παρέχοντας αντίγραφα πρόσβασης για υλικά, που κινδυνεύουν από επαναλαμβανόμενη χρήση. Προστασία και διατήρηση των δεδομένων στην ψηφιακή βιβλιοθήκη είναι ένα σημαντικό θέμα.

- Χώρος: Ενώ οι παραδοσιακές βιβλιοθήκες περιορίζονται από χώρο αποθήκευσης, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν πολύ περισσότερες πληροφορίες. Οι ψηφιακές πληροφορίες απαιτούν πολύ μικρό φυσικό χώρο για να τα περιελάβουν και οι τεχνολογίες αποθήκευσης μέσων είναι πιο προσιτές από ποτέ.
- Προστιθέμενη αξία: Ορισμένα χαρακτηριστικά αντικειμένων, κυρίως ποιότητα των εικόνων, μπορεί να βελτιωθεί. Η ψηφιοποίηση μπορεί να βελτιώσει την αναγνωσιμότητα και να αφαιρέσει τυχόν ορατά ελαττώματα όπως κηλίδες και αποχρωματισμό.
- Εύκολη πρόσβαση!

1.5.2 Μειονεκτήματα

Υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα των ψηφιακών βιβλιοθηκών, τα οποία σχετίζονται κυρίως με την οργάνωσή τους αλλά και τον σχεδιασμό τους. Αυτό οφείλεται στα απαρίθμητα εν δυνάμει πλεονεκτήματα που έχουν και προκειμένου αυτά να υλοποιηθούν απαιτείται ακριβής σχεδιασμός και υπηρεσίες εξειδικευμένες που δεν θα υπήρχαν στην κατσκευή μιας παραδοσιακής βιβλιοθήκης. Ας καταγράψουμε ορισμένα μειονεκτήματα/δυσκολίες:

- Έλεγχος ταυτότητας χρήστη για πρόσβαση σε συλλογές.
- Ψηφιακή συντήρηση.
- Ιδιότητα πρόσβασης.
- Σχεδιασμός διασύνδεσης.
- Διαλειτουργικότητα μεταξύ συστημάτων και λογισμικού.
- Οργάνωση πληροφοριών.
- Εξοικείωση και ανάπτυξη.

1.6 Η αναγκαιότητα της ψηφιοποίησης

Οι βιβλιοθήκες σε όλο τον κόσμο εργάζονται σε αυτό το τρομακτικό σύνολο προκλήσεων εδώ και πολλά χρόνια. Η βιβλιοθήκη ως κέντρο πληροφοριών πρέπει να

ξεπεράσει τις αναστολές και να κοιτάξει μπροστά για τη βελτίωση των υπηρεσιών πληροφόρησης στην κοινότητα χρηστών με επιτυχία υιοθετώντας την ψηφιακή τεχνολογία – αντιλαμβανόμενη την ανάγκη της εποχής, και τη διατήρηση της σχέσης με την κοινωνία. Φαίνεται ότι οι ημέρες δεν μπορεί να είναι μακριά όπου ολόκληρος ο κόσμος θα έχει ψηφιακές βιβλιοθήκες διασυνδέοντας όλες τις βιβλιοθήκες για να ανταποκριθούν στις ακαδημαϊκές και ερευνητικές ανάγκες μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ωστόσο, πριν οι ψηφιακές βιβλιοθήκες αναλάβουν τις βιβλιοθήκες και το δίκτυο πληροφοριών, οι νόμοι των των χωρών πρέπει να αλλάξουν για να καλύψουν τις νέες τάσεις και προκλήσεις στους τομείς της προστασίας της πνευματικής ιδιοκτησίας και της πρόληψης της παραποίησης της πληροφορίας.

Κεφάλαιο 2 Ευρωπαϊκή Ψηφιακή Βιβλιοθήκη

Εικόνα 2: Χώρες Συμμετοχής

Οι μουσικές ψηφιακές βιβλιοθήκες έχουν μια απαιτητικότερη διάσταση σε σχέση με όσα αναφέραμε προηγουμένως για τις ψηφιακές βιβλιοθήκες ακριβώς επειδή εμπεριέχουν την ψηφιοποίηση της μουσικής πληροφορίας που αποτελεί ένα φαινόμενο ιδιαιτέρος πολύπλοκο. Η πολυπλοκότητα έγκειται στο ότι η μουσική είναι ένα ψυχοακουστικό φαινόμενο και η καταγραφή της δεν μπορεί να καλυφθεί από μια καταγραφή κυμάτων πίεσης που είναι ο ήχος[21]. Αυτό διότι η ακοή στον άνθρωπο σχετίζεται με νευροφυσιολογικά δεδομένα και είναι εν γένει μη γραμμική[22]. Η πρόοδος που έχει συντελεστεί στο εν λόγω πεδίο είναι περιορισμένη. Η ανάλυση του ζητήματος αυτού αποτελεί αντικείμενο μελέτης, αλλά θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας τη σημασία ενός πρωτοκόλλου που αποσκοπεί στην επικοινωνία και τον συγχρονισμό μεταξύ των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων. Το εν λόγω πρωτόκολο αποτελεί το MIDI (Musical Instrument Digital Interface), δηλαδή ψηφιακή διασύνδεση μουσικών οργάνων[23]. Το MIDI δεν μεταδίδει το ηχητικό σήμα αλά μηνύματα που περιέχουν την πληροφορία εκείνη που σχετίζεται με το τονικό ύψος, την ένταση μιας νότας, το σήμα χρονισμού που προσδιορίζει την ταχύτητα (tempo) ενός κομματιού.

2.1 Μουσικές Ψηφιακές βιβλιοθήκες

Υπάρχει πληθώρα μουσικών ψηφιακών βιβλιοθηκών[24], οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα μουσικής σε παγκόσμιο επίπεδο. Έτσι, μπορεί κάποιος να έχει πρόσβαση σε μια μεγάλη γκάμα μουσικών ειδών, για παράδειγμα από Μεσαιωνική μουσική μέχρι Βραζιλιάνικη μουσική και Αμερικάνικη μουσική του 19ου αιώνα κτλ.Χαρακτηριστικά, αξίζει να αναφέρουμε τις παρακάτω μουσικές ψηφιακές βιβλιοθήκες:

- African American Sheet Music με 250.000 τίτλους. Χρονολογείται απο τον 18ο αιώνα έως και σήμερα με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση τίτλων της περιόδου 1840-1950.
- International Music Score Library Project (IMSLP) με 234.000 τίτλους. Ο απώτερος στόχος του IMSLP είναι να συγκεντρώσει όλα τα κομμάτια, τα οποία είναι ελεύθερα στο κοινό μέσω διαδικτύου.
- IN Harmony: Sheet Music from Indiana. Σύστημα αναζήτησης με σκοπό την πρόσβαση σε 129400+ έργα μουσικής της Βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου της Ιντιάνα, του Πολιτειακού Μουσείου της Ιντιάνα και του Ιστορικού Μουσείου της Ιντιάνα. Το λογισμικό του καταλόγου του IN Harmony είναι ελεύθερο προς επεξεργασία από όλους.
- Sheet Music Consortium η οποία είναι μια ομάδα βιβλιοθηκών που σκοπέυει να συλλέξει ψηφιακές παρτιτούρες, ανοιχτές στο κοινό.
- A Traditional MusicLibrary η οποία περιέχει πάνω απο 60000 καταχωρήσεις παραδοσιακής μουσικής ανά τον κόσμο.
- Bodleian Library Broadside Ballads η οποία περιέχει 30000 μπαλάντες απο το 16ο εώς τον 20ο αιώνα.
- Frances G. Spencer Collection of American Sheet Music περιέχει 30000 τίτλους που τοποθετούνται απο το τέλος του 18οθ εώςς τον 20ο αιώνα.
- Lester S.Levy Collection of Sheet Music που περιέχει 29000 κομμάτια Αμμερικάνικης μουσικής από το 1780 εώς το 1980.
- Beethoven-Haus Bonn Digital Archives που περιέχει πάνω απο 15000 καταχωρήσεις απο παρτιτούρες, μουσική και ντοκουμεντα για τη ζωή του

Beethoven.

- Music Australia-Australia's Music: Online, in Time που περιέχει πάνω απο 11000 τίτλους μουσικής από την Αυστραλία.
- Sibley Music Library που περιέχει Γαλλική όπερα του 18ου αιώνα.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στη μουσική βιβλιοθήκη[25] "Λίλιαν Βουδούρη", τη μεγαλύτερη ψηφιακή βιβλιοθήκη της Ελλάδος. Έχει πάνω απο 130000 τίτλους ποικίλου υλικού. Το μεγαλύτερο μέρος του υλικού της, καλύπτει τη δυτική μουσική παράδοση, την ελληνική μουσική, την παραδοσιακή μουσική ανά τον κόσμο και την τζάζ. Είναι μέλος της διεθνούς Οργάνωσης Μουσικών βιβλιοθηκών και ένας απο τους πρώτους πολιτιστικούς οργανισμούς της Ελλάδας που έδωσε ψηφιακό περιεχόμενο στην Europeana.

2.2 Europeana

Η Europeana (Ευρωπαϊκή ψηφιακή βιβλιοθήκη) είναι μια ηλεκτρονική υπερδομή βιβλιοθήκης που σχεδιάστηκε με σκοπό την συγκέντρωση και καταγραφή της Ευρωπαϊκής κληρονομιάς, αλλά και της δυνατότητας πρόσβασης του κοινού σε αυτή. Έχει καταφέρει με την πάροδο του χρόνου να αυξήσει τα δεδομένα που σχετίζονται με την πολιτισμική κληρονομιά των λαών των κρατών μελών της Ένωσης. Αυτή περιλαμβάνει πάνω από δέκα εκατομμύρια ψηφιακά αντικείμενα από 3500 βιβλιοθήκες, αρχεία, βιβλία, έργα τέχνης, υλικό εικόνας και ήχου (οπτικοακουστικές συλλογές), αντικείμενα 3D, φωτογραφίες, πίνακες ζωγραφικής και προφορική κληρονομιά. Στον τομέα της διαθεσιμότητας του υλικού από το 2008 έως σήμερα έχει αυξήσει κατά 2500% περίπου το πλήθος των πηγών της. Η καταγραφή της μουσικής κληρονομιάς (EuropeanaSoundsproject) ξεκίνησε τον Φεβρουάριο του 2014 με σκοπό την ανάδειξη της μέχρι τότε άγνωστης ηχητικής κληρονομιάς της και της μετατροπής της σε προσβάσιμο οπτικοακουστικό υλικό στους πολίτες. Όπως αναφέρεται στο αρχικό ενημερωτικό δελτίο «εκατοντάδες χιλιάδες ήχων που χρονολογούνται στην εποχή των πρώτων ηχητικών καταγραφέων ήχου αναμένουν να ανακαλυφθούν και να ακουστούν. Δημιουργώντας την ηχητική βιβλιοθήκη θα αντιληφθούμε τον παλμό της Ευρώπης.»

2.2.1 Ιστορικό

Στο πλαίσιο της πολιτισμικής ανάδειξης της ποικιλομορφίας της κουλτούρας

των κρατών μελών της Ευρώπης έπρεπε να υπάρξει μια δυνατότητα καταγραφής/ψηφιοποίησης των επί μέρους παραδόσεων και εθίμων αλλά ταυτόχρονα και η δυνατότητα πρόσβασης του κοινού στο εν λόγω υλικό. Στη συνέντευξη τύπου στις Βρυξέλλες στις 20 Νοεμβρίου του 2008 αναφέρεται ότι " *Ήδη από το 2000 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εργάζεται υπέρ της ψηφιοποίησης και της επιγραμμικής προσβασιμότητας του πολιτισμικού υλικού...*" . Και συνεχίζει "*Η Europeana, η διαθέσιμη επιγραμμικά και σε πολυμέσα ευρωπαϊκή βιβλιοθήκη, ανοίγει από σήμερα στο κοινό. Στο δικτυακό τόπο* www.europeana.eu*, οι ανά τον κόσμο χρήστες του Διαδικτύου μπορούν πλέον να έχουν πρόσβαση σε περισσότερα από δύο εκατομμύρια βιβλία, χάρτες, ηχογραφήσεις, φωτογραφίες, αρχειακά έγγραφα, πίνακες και ταινίες, προερχόμενα από τις εθνικές βιβλιοθήκες και τα πολιτιστικά ιδρύματα των 27 κρατών μελών της ΕΕ. Η Europeana ανοίγει νέους δρόμους εξερεύνησης του ευρωπαϊκού πολιτιστικού πλούτου: όλοι όσοι ενδιαφέρονται για τη λογοτεχνία, τις τέχνες, τις επιστήμες, την πολιτική, την ιστορία, την αρχιτεκτονική, τη μουσική ή τον κινηματογράφο θα έχουν δωρεάν και γρήγορη πρόσβαση στις σημαντικότερες συλλογές και τα αριστουργήματα της Ευρώπης, σε μια ενιαία εικονική βιβλιοθήκη μέσω μιας διαδικτυακής πύλης διαθέσιμης σε όλες τις γλώσσες της ΕΕ. Αλλά αυτό είναι μόνο η αρχή. Το 2010, η Europeana θα παρέχει πρόσβαση σε εκατομμύρια έργων, αντιπροσωπευτικών της μεγάλης πολιτιστικής ποικιλομορφίας της Ευρώπης, και θα περιλαμβάνει διαλογικές ζώνες όπως κοινότητες ειδικών ενδιαφερόντων. Στο διάστημα μεταξύ 2009 και 2011, από τον προϋπολογισμό της ΕΕ θα διατεθούν ετησίως περίπου 2 εκατομμύρια ευρώ για τον σκοπό αυτό. Η Επιτροπή σχεδιάζει επίσης να προσελκύσει τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στη μελλοντική επέκταση της ευρωπαϊκής ψηφιακής βιβλιοθήκης. Τον Σεπτέμβριο του 2007 η συντριπτική πλειοψηφία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου υποστήριξε με ψήφισμά της τη δημιουργία μιας ευρωπαϊκής ψηφιακής βιβλιοθήκης.*"

Το ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τη δημιουργία της ψηφιακής ευρωπαϊκής βιβλιοθήκης έλαβε χώρα στις 27ης Σεπτεμβρίου 2008 και περιγράφει ακριβώς αυτή την αναγκαιότητα καταγραφής της πολιτισμικής κληρονομιάς των λαών που απαρτίζουν το ευρωπαϊκό γίγνεσθαι.

2.2.2 EuropeanaSounds

Εικόνα 3: Europeanasounds

Αυτό αποτελεί ένα πρόγραμμα το οποίο χρηματοδοτείται αφενός από την ΕΕ και από το ICT PolicySupportProgramme στο πλαίσιο των καινοτόμων δράσεων. Το πρόγραμμα αποσκοπεί στο να εμπλουτίσει το συνολικό ποσό ηχητικού περιεχομένου στο οποίο ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα διαδικτυακής πρόσβασης. Πάνω από 1000000 ηχογραφήσεις υψηλής ποιότητας διατίθενται στην πύλη της Europeana. Το εν λόγω έργο καλύπτει από έργα κλασσικής μουσικής, παραδοσιακής μουσικής αλλά και κομμάτια από ήχους της φύσης όπως κελάηδισμα πουλιών κ.α. Το πρόγραμμα αυτό έχει πετύχει πέραν της καταγραφής του υλικού και τον εμπλουτισμό των μεταδεδομένων που σχετίζονται με τα ψηφιακά αντικείμενα. Εκτός από 24 ευρωπαϊκούς φορείς 12 χωρών, συμμετέχουν και δύο φορείς από τη χώρα μας.

Πιο συγκεκριμένα το πρόγραμμα στοχεύει στην αύξηση των ευκαιριών για πρόσβαση και επεξεργασία του ακουστικού και σχετικού με αυτό υλικό, στην κατασκευή ενός δικτυακού τόπου εφαρμογών εμπλουτισμού, συγκέντρωσης και διακίνησης μιας κρίσιμης μάζας ηχητικού υλικού για το κοινό και τις δημιουργικές βιομηχανίες και ερευνητές.

Η σύμπραξη και συνεργασία 24 εταίρων από τις 12 χώρες θα:

- Διπλασιάσει τον αριθμό του ηχητικού υλικού που είναι προσβάσιμο στην Europeana σε πάνω από 1000000 και θα βελτιώσουν την γεωγραφική και θεματική κάλυψη από κλασσική μουσική σε παραδοσιακή, ακούσματα της

αναπτύσσοντας τεχνικές διάδρασης και συνεργασίας.

- Αναπτύξουν και να αξιολογήσουν ηχητικά κανάλια και έναν κατανεμημένο πληθοπορισμό υποδομής για τους τελικούς χρήστες που θα βελτιώσει τη δυνατότητα αναζήτησης της europeana, την πλοήγηση και την εμπειρία χρήσης.
- Κινητοποιήσει εκδότες και τους δικαιούχους στην προσπάθεια να δημιουργήσουν πρόσβαση στο κατά τα άλλα μη βιώσιμο (εκτός εμπορίου) περιεχόμενο.
- Τα αποτελέσματα αυτά θα επιτευχθούν μέσω ενός δικτύου πρωτότυπων αρχείων ήχου με τη συνεργασία ειδικών στην τεχνολογία ήχου και εικόνας, δικαιωμάτων και ανάπτυξης λογισμικού.

Κεφάλαιο 3 Βάσεις δεδομένων & ανάκτηση μουσικής πληροφορίας

Στο εν λόγω κεφάλαιο αρχικά θα προσπαθήσουμε να αναδείξουμε την ανάγκη που υπάρχει για μια βάση δεδομένων σε προβλήματα μηχανικής μάθησης (Machine Learning) και συγκεκριμένα στην ανάκτηση μουσικής πληροφορίας (music information retrieval). Στη συνέχεια θα επιδείξουμε τη διαδικασία αυτή κάνοντας χρήση των api της Europeana.

3.1 Μηχανική Μάθηση

Η έννοια της μάθησης δεν έχει κατανοηθεί πλήρως, παρόλο που αποτελεί αντικείμενο ερεύνης κλάδων όπως η Ψυχολογία, Νευροφυσιολογία κ.α. Αντιλαμβάνεται λοιπόν κανείς ότι αποτελεί ένα ιδιαιτέρως σύνθετο πρόβλημα το να δημιουργηθούν υπολογιστικά συστήματα ικανά να "μαθαίνουν". Αυτό αποτελεί το κλασσικό πρόβλημα της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning). Κατά έναν τρόπο μορούμε να της αποδώσουμε το χαρακτηριστικό ότι σχετίζεται με τη δυνατότητα ενός συστήματος να μπορεί να βελτιώσει την απόδοσή του στα πλαίσια μιας εργασίας, δίχως την ανάγκη επαναπρογραμματισμού του. Θα αναφέρουμε τον κλασσικό ορισμό: «Ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέμε ότι μαθαίνει από την εμπειρία Ε ως προς κάποια κλάση εργασιών Τ και μέτρο απόδοσης Ρ, αν η απόδοσή του σε εργασίες από το Τ, όπως μετριέται από το Ρ, βελτιώνεται μέσω της εμπειρίας Ε[26].» Η διαδικασία της μάθησης έχει ως βασικό χαρακτηριστικό μεθοδολογίες που στηρίζονται σε προϋπάρχουσες γνώσεις. Αυτό συμβαίνει εν πολλοίς με τον άνθρωπο, άσχετα με λεπτομερέστερη προσέγγιση που μπορεί να επιτευχθεί από αντίστοιχους κλάδους που προσδιορίζουν επαρκέστερα το φαινόμενο. Έτσι λοιπόν κάνοντας μια αναγωγή στα πλαίσια της Τεχνητής Νοημοσύνης, της οποίας υποκατηγορία είναι η μηχανική μάθηση, μπορούμε να προσδιορίσουμε τον όρο ως την κατασκευή ενός υπολογιστικού συστήματος να δημιουργήσει μοντέλα από μια βάση δεδομένων. Βλέπουμε λοιπόν πόσο σημαντική είναι η ανάγκη που υπάρχει για δεδομένα τα οποία θα αποτελέσουν την πηγή πάνω στα οποία θα στηριχθεί μαι διαδικασία που επιθυμούμε να

αυτοματοποιηθεί και να μας δώσει ένα output σε αναζήτηση μουσικής πληροφορίας. Με αυτό τον τρόπο θα επιτύχουμε την ανάκτηση της πληροφορίας που επιθυμούμε.

3.1.1 Κατασκευή ηχητικής βάσης δεδομένων

Θα περιγράψουμε συνοπτικά την κατασκευή μιας ηχητικής βάσης δεδομένων για την προτυποποίηση της ανάκτησης μουσικής πληροφορίας (Music Information Retrieval Benchmarking).

Η διαδικασία με την οποία μπορεί ένα πρόγραμμα να αναγνωρίσει κάποιο χαρακτηριστικό που αφορά ήχο αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία και θα προσπαθήσουμε να αναδείξουμε ορισμένα χαρακτηριστικά της[27,28,29]. Ας αναφέρουμε τα είδη των προβλημάτων[30] που συνοδεύουν την προτυποποίηση:

1. Πολυεπίπεδη εξαγωγή χαρακτηριστικών, για παράδειγμα υπολογιστικοί περιγραφείς οι οποίοι θα κληθούν να επιλύσουν μελλοντικά προβλήματα.
2. Κατάτμηση (segmetation), για παράδειγμα ο προσδιορισμός των συνόρων μεταξύ ομογενών περιοχών, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν διαφορετικές από τις άλλες.
3. Ταξινόμηση (classification), για πράδειγμα αν ένας δεδομένος φάκελος ήχου αντιστοιχεί σε κάποιο είδος.
4. Δομική περιγραφή, για παράδειγμα αν μια συγκεκριμένη μουσική πληροφορία έχει επαναλμβανόμενα μέρη.
5. Συνόψιση (Summarization), για παράδειγμα η παραγωγή συνοπτικών εκδόσεων του αρχικού φακέλου όπου δεν παρατηρείται απώλεια βασικών μουσικών χαρακτηριστικών που ενυπάρχουν στο πρωτότυπο.
6. Ανάκτηση μέσω αριθμητικών μεταδεδομένων ή μεταδεδομένων κειμένου (retrieval by textual/numerical metadata), για παράδειγμα απαίτηση του χρήστη ήχου από ένα συγκεκριμένο όργανο, συγκεκριμένο ρυθμό κ.λ.π.
7. Ανάκτηση μέσω παραδείγματος, για παράδειγμα ο χρήστης έχει προμηθεύσει έναν φάκελο και ζητά ένα παρόμοιο μουσικό κομμάτι.

Μπορούμε λοιπόν να δούμε ότι η “ανάκτηση” προχωρά πέραν της διαχείρισης της μουσικής πληροφορίας και μπορεί να συσχετιστεί με πολλές επιστήμες, όπως για παράδειγμα αυτή της ανάλυση ενός σήματος που είναι χαρακτηριστική σε εφαρμογές

των μηχανικών.

3.1.2 Είδος αρχείων

Προκειμένου να καλύψουμε μια ευρύτητα προβλημάτων μπορούμε να αριθμήσουμε τα είδη των αρχείων που είναι απαραίτητα για την ευρύτερη κάλυψη των αναγκών:

1. "Δείγματα ήχου" σαν μεμονωμένες σημειώσεις από ακουστικά ή ηλεκτρονικά όργανα.
2. Εγγραφές από μεμονωμένα όργανα, όπως φράσεις, αυτοσχεδιασμούς κ.λ.π.
3. Ολοκληρωμένα πολυφωνικά μουσικά κομμάτια που θα καλύπτουν ένα σχετικά ευρύ φάσμα ειδών, τάσεων και ενορχηστρώσεων.

Προκειμένου να μπορούμε να συγκρίνουμε δύο αλγόριθμους ικανούς για την εξαγωγή πληροφορίας ρυθμού θα πρέπει να έχουμε θέσει βάσεις δεδομένων αναφοράς (database – related ground truths) . Στην περίπτωση δηλαδή που υπάρχουν αρχεία, θα πρέπει να εξαχθούν ως δεδομένα αναφοράς , τμήμα των εν λόγω αρχείων και στην περίπτωση όπου δεν υπάρχουν, θα πρέπει οι ειδικοί να συγκλίνουν στο τι ορίζεται ως βάση αναφοράς στις επισημειώσεις των μεταδεδομένων που μπορεί να σχετίζονται με τα αρχεία. Επανερχόμενοι στην οπτική της μηχανικής μάθησης και με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις πρέπει να πούμε ότι οι εν λόγω συλλογισμοί εντάσσονται στο πλαίσιο της "Συλλογιστικής Βασισμένης σε Περιπτώσεις-ΣΒΠ" (Case-Based Reasoning-CBR). Αυτή στηρίζεται στην χρήση προϋπάρχουσας εμπειρίας καθώς και στην διερεύνηση περιπτώσεων προβλημάτων (cases) που αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς στο παρελθόν, προκειμένου να επιλυθεί ένα νέο πρόβλημα. Η επιτυχής επιλογή κατάλληλων παρελθοντικών περιπτώσεων έχει να κάνει κυρίως με το ταίριασμα των περιιπτώσεων με τις υπάρχουσες, στην αναζήτηση δηλαδή ομοιοτήτων. Ένα σύστημα ΣΒΠ/CBR αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα[31]:

1. μια βιβλιοθήκη που αποτελεί βάση δεδομένων (case library),
2. μια μέθοδο για το ταίριασμα και την ανάκληση από τη βιβλιοθήκη της περίπτωσης που προσομοιάζει της τωρινής (case retrieval).
3. τη δυνατότητα προσαρμογής της λύσης που δόθηκε στο παρελθόν (case adaptation), ώστε να δύναται να επαναχρησιμοποιηθεί,

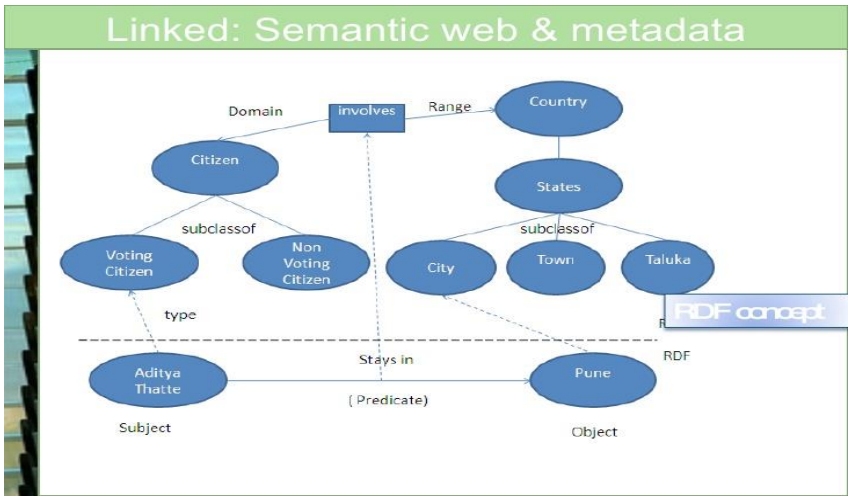
4. τη δυνατότητα της επαλήθευσης και επιδιόρθωσης της υπό προσαρμογή λύσης (case verification),
5. μια μέθοδο για την εκμάθηση της λύσης (case learning), κατά την οποία θα μπορεί να αποφαίνεται αν η νέα περίπτωση πρέπει να προστεθεί ή όχι στη βιβλιοθήκη ως νέα περίπτωση.

Η διαδικασία της εκμάθησης καθιστά τα συστήματα ΣΒΠ/CBR συστήματα μηχανικής μάθησης[32]. Χαρακτηριστικό παραδείγμα είναι η αναζήτηση ενός μουσικού κομματιού μέσω μιας χαρακτηριστικής φράσης – μοτίβου, ή ενός σφυρίγματος[33], στην περίπτωση όπου ο χρήστης θυμάται ένα τμήμα του. Είναι επίσης εφικτό να μπορεί μια μελωδία να μετατραπεί σε μια μουσική παρτιτούρα[34]. Όμως είναι πολύ δύσκολο να καταφέρουμε να θεωρήσουμε μια ότι το input με το οποίο τροφοδοτούμε τη διαδικασία της ανάκτησης αποτελεί ιδανική δομή διότι ενδέχεται να περιέχει πολλά σφάλματα που μπορεί να σχετίζονται είτε με τον ανθρώπινο παράγοντα είτε με την ιδιαιτερότητα για παράδειγμα της παραδοσιακής μουσικής κατά την οποία επικράτησε η προφορική παράδοση και η οποία εμπεριέχει πολλές μουσικές αλλοιώσεις[35].

3.2 Μεταδεδομένα

Είμαστε πλέον σε θέση να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο θα λειτουργήσει η διαδικασία της βάσης δεδομένων αλλά και η ανάκτηση από αυτή της μουσικής πληροφορίας. Προχωρούμε λοιπόν στην επίδειξη των παραπάνω. Η μία από τις κύριες λειτουργίες της ψηφιακής βιβλιοθήκης μουσικής Europeana είναι η αναζήτηση και εύρεση διαφόρων στοιχείων μουσικής σε ηλεκτρονική μορφή τα οποία μπορεί ο ενδιαφερόμενος χρήστης να αναζητήσει χρησιμοποιώντας τις εφαρμογές (applications) της Europeana. Αναφέραμε και πριν ότι το διαδίκτυο, το οποίο κατά μία έννοια μας δίνει την πρόσβαση σε μια τεράστια και παγκόσμια βάση δεδομένων, με την πρόσβαση που παρέχει στον ιστό, περιέχει "αποθέματα" πληροφοριών, τα οποία φυσικά αυξανόμενα καθημερινά, διευκολύνουν έτσι όλο και περισσότερο τους ανθρώπους-χρήστες να αναζητήσουν οποιουδήποτε είδους πληροφορία επιθυμούν χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο ως σημασιολογικό ιστό (Semantic Web). Αναμένουμε λοιπόν ότι πάνω στο ίδιο μοτίβο στηρίζονται και οι βάσεις δεδομένων μέσω των οποίων μπορούμε να κάνουμε τις αναζητήσεις μας. Η Europeana, έχοντας ξεκινήσει την λειτουργία της από το έτος 2008 έχει αναπτυχθεί σε

αρκετά μεγάλο βαθμό ως βάση δεδομένων και η οποία θα συνεχίσει να αναπτύσσεται όσο διατηρείται η λειτουργία της και κατ'επέκταση όσο λαμβάνει την απαραίτητη ενασχόληση. Η Europeana καθώς και οι υπόλοιπες βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούν μεταδεδομένα (ΛΙΝΚ) καθώς και τα λεγόμενους "όρους-κλειδιά" κατά την αναζήτηση, τα οποία χρησιμοποιούνται παράλληλα με τα μεταδεδομένα προκειμένου να μπορεί να εντοπίζει τα διάφορα ηλεκτρονικά στοιχεία όσο πιο εύκολα και γρήγορα μπορεί εντός της βάσης δεδομένων της και στην συνέχεια επιστρέφοντας με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιτυχία τα αποτελέσματα.



Εικόνα 4: Οντολογικός Ιστός, Μεταδεδομένα

Η χρήση των μεταδεδομένων είναι ιδιαίτερη χρήσιμη διότι βάσει αυτών μπορεί ένα σύστημα να "κατανοήσει" πιο εύκολα και να αναζητήσει το ψηφιακό στοιχείο για το οποίο έχει δοθεί η εντολή από τον ενδιαφερόμενο χρήστη. Αν μελετήσουμε και εισέλθουμε στα ενδότερα των μεταδεδομένων θα μάθουμε ότι τα μεταδεδομένα των ψηφιακών βιβλιοθηκών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές αποτελούνται από τα περιγραφικά μεταδεδομένα, τα δομικά μεταδεδομένα και τέλος τα διοικητικά μεταδεδομένα[36]. Τα περιγραφικά μεταδεδομένα όπως ονομάζεται και ο τίτλος τους, είναι μεταδεδομένα τα οποία περιγράφουν το περιεχόμενο ενός αρχείου. Πέραν της βιβλιογραφικής τους χρήσης χρησιμοποιούνται για αναζήτηση. Το περιεχόμενο του αρχείου ποικίλει όπως είναι φυσικό ανάλογα ως "τί" ακριβώς υπάρχει το συγκεκριμένο αρχείο.

Επόμενη κατηγορία μεταδεδομένων είναι τα ονομαζόμενα "δομικά" μεταδεδομένα τα οποία επιτελούν την λειτουργία

ένωσης/σύνδεσης ενός αρχείου με άλλα αρχεία. Τα δομικά μεταδεδομένα όπως μπορεί να καταλάβει κανείς είναι ιδιαίτερα σημαντικά διότι μπορούμε να καταλάβουμε ότι είναι κρίσιμο στα πλαίσια ενός σημασιολογικού ιστού να υπάρχει σύνδεση των αρχείων μεταξύ τους εφόσον άλλωστε αυτός είναι και ο σκοπός μιας βάσης δεδομένων. Έχοντας επιτευχθεί η σύνδεση των αρχείων μεταξύ τους, το σύστημα της βάσης δεδομένων διευκολύνεται ιδιαιτέρως κατά την επιστροφή των αποτελεσμάτων.

Στην τρίτη και τελευταία κατηγορία βλέπουμε τα διοικητικά μεταδεδομένα, τα οποία είναι υπεύθυνα για την διαχείριση ενός αρχείου.

Τα μεταδεδομένα αυτά όπως μας πληροφορεί και η εγκυκλοπαίδεια του διαδικτύου, περιλαμβάνουν πληροφορίες για το αρχείο δηλαδή για την σάρωσή του, τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, το μορφότυπο φύλαξης καθώς και γενικότερες και χρήσιμες πληροφορίες για την φύλαξη του/των αρχείου/αρχείων. Ξεκινώντας έτσι να καταλαβαίνουμε και να μπορούμε να κατατάξουμε τα μεταδεδομένα στις παραπάνω κατηγορίες, αρχίζουμε στην συνέχεια να κατανοούμε τον βαθμό χρησιμότητάς τους κατά την εφαρμογή τους σε μια ψηφιακή βιβλιοθήκη και κατ'επέκταση σε μια βάση δεδομένων. Παίρνοντας λοιπόν για παράδειγμα την αναζήτηση ενός χρήστη στην βιβλιοθήκη της Europeana, και θέτοντας ως παράμετρο την αναζήτηση ενός ψηφιακού αρχείου μουσικής, αυτό το οποίο θα ζητήσει ο χρήστης μπορεί να είναι από ένα είδους αρχείου έως παραπάνω. Αυτό το οποίο θα κάνει στην συνέχεια η βάση δεδομένων της ψηφιακής βιβλιοθήκης Europeana, θα είναι να δώσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στον χρήστη.

Μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο χρήστης θα αναζητήσει μουσική βάση του είδους (kind) παρέχοντάς του την επιλογή επίσης να αναζητήσει και τι είδους ψηφιακό αρχείο θα επιθυμούσε τα αποτελέσματα. Η επιλογή των διαθέσιμων μέσων μπορεί να είναι: "Ήχος", "Βίντεο", "Εικόνα", "Κείμενο" ή μπορεί να θέλει να αναζητήσει μόνο συνδέσμους που στην τελευταία περίπτωση ο χρήστης κατά μεγάλη πιθανότητα ενδιαφέρεται για περισσότερες παραπομπές πάνω στην μουσική μέσω της Europeana και λιγότερο για την αναζήτηση κάποιου αρχείου.

3.3 APIS

Η Europeana ως ψηφιακή βιβλιοθήκη μουσικών συλλογών χρησιμοποιεί και το λεγόμενο API[37]. Το API όπως μας πληροφορεί και το Wikipedia είναι η Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών το οποίο είναι η διεπαφή των προγραμματιστικών

διαδικασιών που παρέχει στην προκειμένη περίπτωση η Europeana ως βιβλιοθήκη. Μέσω αυτού του API η Europeana, έχει την δυνατότητα να μπορεί να "ζητάει" αιτήσεις προς τα προγράμματά της με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων. Η ανταλλαγή δεδομένων -δηλαδή- είναι η διαδικασία που εκτελείται όταν ένας χρήστης κάνει μια αναζήτηση στο "απόθεμα" της βάσης δεδομένων της Europeana. Αυτή η αναζήτηση μπορεί να ονομασθεί και "αίτημα [REQUEST]" όπου στην συνέχεια το σύστημα της βιβλιοθήκης προσπαθεί να επιστρέψει το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η Europeana όπως βλέπουμε κάνει χρήση παραπάνω του ενός API. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί το SEARCH API, το RECORD API, το ENTITY API, το ANNOTATIONS API καθώς καιτο SPARQLE API. Από αυτά για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας θα εστιάσουμε κυρίως στο API αναζήτησης (SEARCH) και με αναφορές στο API εγγραφής (RECORD) καθώς και στο API σχολιασμών (ANNOTATIONS).

Μπορούμε να δούμε από τις ίδιες ανάγκες της εργασίας περί τίνος πρόκειται όσον αφορά τις τρεις προαναφερθείσες διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών καθώς και στην συνέχεια θα μπορέσουμε να δούμε και ορισμένα παραδείγματα για την κάθε μία από αυτές. Η διεπαφή αναζήτησης [SEARCH API] μπορεί και μας παρέχει έναν τρόπο για την αναζήτηση αρχείων μεταδεδομένων και μέσων αποθήκευσης στο αποθετήριο Europeana. Με την διεπαφή αναζήτησης δηλαδή μπορούμε να ζητήσουμε αποτελέσματα για παράδειγμα από κάποια συγκεκριμένη λέξη.

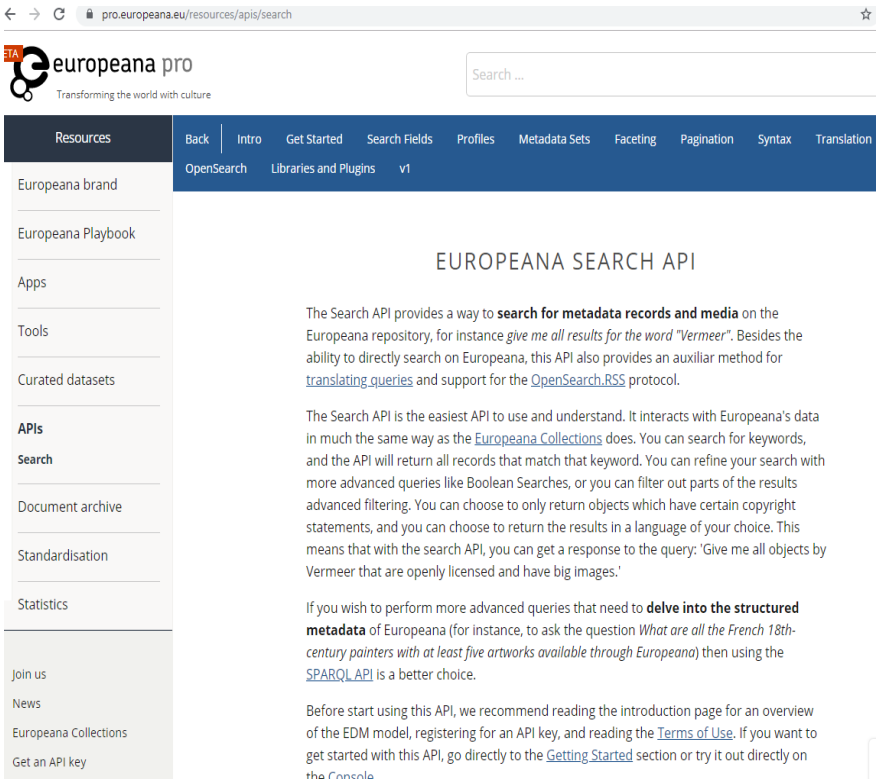
Η διεπαφή εγγραφής [RECORD API] παρέχει άμεση πρόσβαση στα δεδομένα της Europeana. Πληροφορούμαστε ότι αυτά τα δεδομένα είναι μοντελοποιημένα πάνω στο πρότυπο EDM[38]. Τέλος, η διεπαφή σχολιασμών [ANNOTATION API] επιτρέπει είτε την δημιουργία, είτε την ανάκτηση επισημειώσεων που έχουν γίνει από χρήστες ή αυτόματα σε αντικείμενα ή μέσα της Europeana.

3.4 Παραδείγματα χρήσης των τριών API

Έχοντας αρχίσει να προσεγγίζουμε θεωρητικά την λειτουργία και τους στόχους των παραπάνω διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών μπορούμε τώρα να δούμε κάποια παραδείγματα αναφορικά με αυτά. Αυτό που θα κάνουμε θα είναι να

δουλέψουμε το κάθε API ξεχωριστά ώστε να παρουσιάσουμε σε αληθινό παράδειγμα τον τρόπο λειτουργίας τους. Εφόσον δούμε το κάθε API πως δουλεύει χειροκίνητα θα μπορέσουμε στην συνέχεια να υλοποιήσουμε και μια αυτοματοποιημένη μέθοδο κατασκευάζοντας το δικό μας πρόγραμμα το οποίο θα κάνει χρήση των παραπάνω API.

Για να ξεκινήσουμε την χρήση της διεπαφής αναζήτησης αυτό που θα κάνουμε πρώτα θα είναι να επισκεφθούμε την σελίδα λειτουργίας του η οποία βρίσκεται στον επόμενο σύνδεσμο (https://pro.europeana.eu/resources/apis/search).



Σε αυτή την σελίδα βλέπουμε την διεπαφή αναζήτησης και κατ'επέκταση τον γενικότερο τρόπο λειτουργίας της. Κάθε κλήση [CALL] που γίνεται στην διεπαφή αναζήτησης είναι ένα αίτημα με το ασφαλές πρωτόκολλο (HTTP).

Πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι χωρίς αυτό το κλειδί διεπαφής το

απομακρυσμένο σύστημα δεν μπορεί να αναγνωρίσει τον χρήστη-πελάτη που κάνει την αναζήτηση με αποτέλεσμα η απάντηση που πάρουμε να είναι τύπου "FALSE" διότι φυσικά αδυνατεί να γίνει χωρίς αυτό το κλειδί.

Εικόνα 7: Αναζήτηση για την λέξη "Paris" – Europeana API, με χρήση κλειδιού(WSKEY) . Αποτέλεσμα: Επιτυχία.

Κοιτάζοντας το URL (εικόνα 7) βλέπουμε το σύστημα της Europeana μαζί με τη διεπαφή αναζήτησης όπου στο τέλος εκτελείται η λειτουργία "search.json" η οποία κάνει την αναζήτηση έχοντας δοθεί οι παράμετροι καθώς και το σημαντικό κλειδί διεπαφής [API KEY]

Πρέπει να σημειώσουμε επίσης ότι κατά την αναζήτηση έχουμε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε και παραμέτρους. Κοιτάζοντας στην σελίδα της βιβλιοθήκης στην διεπαφή αναζήτησης μπορούμε να δούμε όλες τις παραμέτρους που επιτρέπει η αναζήτηση καθώς επίσης και σε τι "τύπο" αντιστοιχεί η κάθε παράμετρος. Οι παράμετροι [PARAMETERS] χρησιμοποιούνται ως "φίλτρα" βάσει των οποίων μάς δίνεται η δυνατότητα να ειδικεύσουμε την αναζήτηση ψάχνοντας για συγκεκριμένα στοιχεία και όχι τόσο γενικότερα. Έτσι αν θέλουμε να ξεκινήσουμε μια αναζήτηση και αφού έχουμε εγγραφεί, για να προσλάβουμε το κλειδί διεπαφής, επισκεφθόμαστε την υπογραφή URL αναζήτησης και ξεκινάμε να αναζητήσουμε. Έστω ότι θέλουμε να αναζητήσουμε την λέξη "Paris" χρησιμοποιώντας την παραπάνω διεπαφή αναζήτησης. Αυτό που κάνουμε είναι να πάρουμε το URL υπογραφής και να το συντάξουμε με αυτόν τον τρόπο: ***(https://www.europeana.eu/api/v2/search.json?wskey=6gHrLoBTZ&query=paris)***. Ανοίγοντας αυτόν τον σύνδεσμο θα δούμε τα αποτελέσματα που επιθυμούμε(εικόνα 7). Αυτό το οποίο κάνουμε κατά την χρήση του παρόντα συνδέσμου είναι να χρησιμοποιήσουμε την παράμετρο "**QUERY**" στην οποία εξισώνουμε την λέξη υπό αναζήτηση "paris" καθώς εξισώνοντας επίσης και το δικό μας κλειδί χρήσης

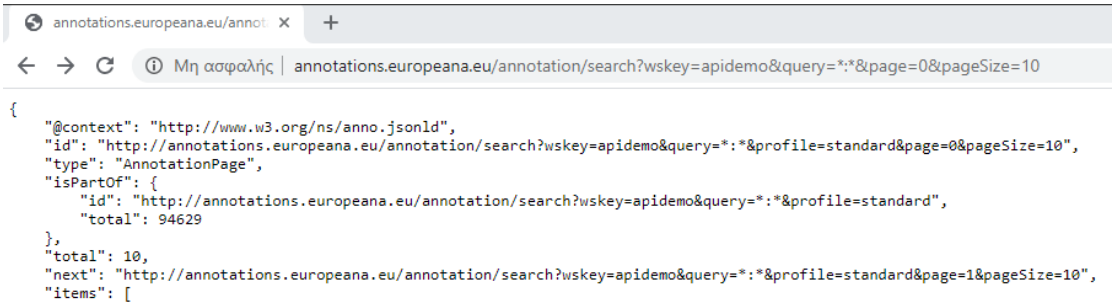
"**6gHrLoBTZ**" στην παράμετρο "**WSKEY**" βάση της οποίας επιστρέφεται "αληθινό" αποτέλεσμα της αναζήτησης [**TRUE**] όπου και βλέπουμε τα αποτελέσματα της αναζήτησης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειώσουμε ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και οποιαδήποτε άλλη παράμετρο θέλουμε την οποία υποστηρίζει και υπάρχει στην διεπαφή αναζήτησης. Οι παράμετροι χρησιμοποιούνται αναλόγως κάθε φορά τι αναζήτηση θέλουμε να κάνουμε. Αυτός είναι ο τρόπος αναζήτησης και έτσι χρησιμοποιούνται οι διεπαφές προγραμματιστικών διαδικασιών.

Συνεχίζοντας εάν θέλουμε να κάνουμε χρήση της διεπαφής εγγραφής, πάνω στο ίδιο μοτίβο μπορούμε να δούμε ένα αληθινό παράδειγμα αναζήτησης. Στην σελίδα RECORD API βλέπουμε ότι όντως τα δεδομένα βάση των οποίων λειτουργεί είναι μοντελοποιημένα πάνω στο πρότυπο EDM. Παίρνοντας ως παράδειγμα την αναζήτηση που μας προτείνει και η σελίδα της διεπαφής εγγραφής μπορούμε να ανακτήσουμε απευθείας μια εικόνα πολυμέσου δηλώνοντας την ακριβή τοποθεσία του στο σύνδεσμο υπογραφής. Η αναζήτηση έτσι στην προκειμένη περίπτωση είναι αυτή https://www.europeana.eu/api/v2/thumbnail-by-url.json?size=w400&type=IMAGE&uri=https%3A%2F%2Fwww.dropbox.com%2Fs%2F8gpbipwr4ipwj37%2FAustria_Gerstl.jpg%3Fraw%3D1 και επιτυγχάνεται εξίσου απλά και γρήγορα. Αυτό που πρέπει να εξηγήσουμε είναι και εδώ οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται και συγκεκριμένα: Η αναζήτηση ξεκινάει από το πρόγραμμα "**thumbnail-by-url.json**" όπου στην συνέχεια δηλώνουμε τις παραμέτρους που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Αυτό που δηλώνουμε είναι το μέγεθος της εικόνας, το οποίο γίνεται κάνοντας χρήση της παραμέτρου **size=w400**. Προχωρώντας δηλώνουμε τον τύπο του αρχείου και στην περίπτωσή μας επειδή θέλουμε να ανακτήσουμε μια εικόνα κάνουμε χρήση της παραμέτρου "**TYPE**" την οποία εξισώνουμε με το "**IMAGE**" εφόσον το αρχείο μας είναι εικόνα καθώς και στην συνέχεια δηλώνουμε το URL ή πολύ απλά την τοποθεσία στην οποία βρίσκεται η εικόνα. Προσέχουμε εδώ ότι πρέπει να δηλώσουμε το ακριβές μέρος στο οποίο βρίσκεται η εικόνα (το συγκεκριμένο αρχείο εικόνας δηλαδή - **IMAGE.png/jpg/jpeg**) και όχι μόνο το σύστημα πάνω στο οποίο βρίσκεται. Το διαφορετικό σε αυτήν αναζήτηση αν προσέξουμε είναι ότι δεν χρειάστηκε να κάνουμε χρήση κλειδιού διεπαφής διότι η συγκεκριμένη διεπαφή δεν το απαιτεί.

Εικόνα 8: Europeana API, αναζήτηση μέσω εικονιδίου.

Ολοκληρώνοντας την επίδειξη των τριών Apis επιδεικνύουμε την διεπαφή σχολιασμών η οποία μπορεί και εκτελεί και αυτή τις αναζητήσεις με τον ίδιο τρόπο όπως μπορούμε να δούμε παρακάτω:

Εδώ βλέπουμε πάλι την αναζήτηση στην οποία δηλώνουμε ένα κλειδί διεπαφής που δίνεται στην σελίδα αυτή της διεπαφής ως "demo" και κάνοντας χρήση της παραμέτρου "page" αυτό που θέλουμε είναι τα αποτελέσματα από την πρώτη σελίδα. Φυσικά χρησιμοποιώντας το κλειδί που μας δίνεται, το δηλώνουμε ως παράμετρο στο "WSKEY" και έτσι έχουμε το τελικό URL το οποίο και βλέπουμε εδώ:



Εικόνα 9: Χρήση διεπαφής με το κλειδί "apidemo".

Ανοίγοντας αυτήν την διεύθυνση μπορούμε και βλέπουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Το κλειδί διεπαφής που χρησιμοποιήσαμε είναι το "**apidemo**".

Κεφάλαιο 4 Συλλογή ηχητικών δεδομένων και επισημείωση

4.1 Λεπτομέρειες υλοποίησης

Στο προηγούμενο κεφάλαιο προσπαθήσαμε να αναδείξουμε τη λειτουργία των διεπαφών της Europeana αλλά και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί κανείς να επιτύχει την αναζήτηση που επιθυμεί. Η αναζήτηση που υλοποιήσαμε σχετίζεται με τον όρο traditional music, αλλά και με άλλους όρους όπως θα δούμε αναλυτικότερα.

Χρησιμοποιήσαμε όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο τις οδηγίες της Europeana search api από την ιστοσελίδα. Με τη βοήθεια της σελίδας βρήκαμε το url του api καθώς και τον τρόπο χρήσης των παραμέτρων. Για την κάθε παράμετρο wskey στειλαμε μειλ και απαντησαν με το key.

```
https://www.europeana.eu/api/v2/_search.json?wskey=YibmFL5BQ&query=" traditional+music"&
qf=what:(musicOR"μουσική"OR"traditionalandfolkmusic"OR"folksongs"OR"sheetmusic"ORscore)
&qf= where:Greece&rows=100&start=301&profile=rich.
```

Εικόνα 10: Υλοποίσηση αναζήτησης θέματος

Η παραπάνω εικόνα (εικόνα7) αναφέρεται στην βασική μας αναζήτηση, δηλαδή στην ανάκτηση πληροφορίας από την Europeana σε σχέση με τις οντολογίες, παραδοσιακή μουσική (traditional music), παρτιτούρες (sheetmusic) κ.λ.π., όπως αναφέρονται.Η περιγραφή των πρώτων παραμέτρων, δηλαδή η βασική εντολή query, έγινε διεξοδικά στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Πέραν λοιπόν της παραμέτρου query="traditional+music", που αναφέρεται στο κομμάτι της παραδοσιακής που μας απασχολεί, χρησιμοποιούμε και την παράμετρο “qf” που είναι μια query refinement υπό την έννοια ότι μπορεί να επεκτείνεται και να προσδιορίσει περαιτέρω την αναζήτηση. Η εν λόγω παράμετρος όπως βλέπουμε μπορεί να χρησιμοποιηθεί παραπάνω από μία φορά. Ο τελεστής Boole OR χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της ένωσης των στοιχείων που αναζητούμε. Δηλαδή, συνολοθεωρητικά

μιλώντας, μας ενδιαφέρει η ένωση των όρων. Έτσι αναζητούμε αυτά τα αρχεία που έχουν ένα από τα χαρακτηριστικά ή και όλα μαζί. Υλοποιούμε αναζήτηση με όρους ένωσης και όχι τομής ή αποκλεισμού[1]. Συνεχίζοντας η χρήση της παραμέτρου "what" γίνεται προκειμένου να προσδιορίσουμε το είδος, ενώ η παράμετρος "where" αναφέρεται στον προσδιορισμό της χώρας που επιθυμούμε να κάνουμε την αναζήτηση. Και οι δύο παράμετροι συνδυάζονται με το query refinement.

Η παράμετρος "start", ξεκινά να μετρά και επειδή έχουμε πλήθος μεταξύ του 300 και 400 θα κάνουμε την αναζήτηση 4 φορές εφόσον το output είναι έως 100. Στην εντολή που παρουσιάσαμε, αφορά στο τελευταίο από τα τέσσερα requests εξαιτίας του πλήθους που αναφέραμε. Έτσι έχουμε ήδη κάνει την αναζήτηση ξεκινώντας από το 0 έως το 100, μετά από το 101 έως το 200, μετά από το 201 έως το 300, και τέλος από το 301 έως το 400.

Τέλος η παράμετρος "profile" μας δίνει τη δυνατότητα να λάβουμε από το ελάχιστο έως το μέγιστο δυνατό πλήθος των στοιχείων. Για παράδειγμα αν θέταμε "profile=minimal", θα μας έδινε το λιγότερο δυνατό πλήθος. Εμείς ζητήσαμε το ευρύτερο δυνατό.

Χρησιμοποιώντας ενα api client software[39] τεστάρουμε το api call μεχρι να φτάσει στην τελική μορφή και αποθηκεύουμε το response σε αρχείο json, το οποίο κάνουμε import σε αρχειο excel σύμφωνα με τα βήματα που θα περιγράψουμε στην ενότητα που ακολουθεί. Ο όγκος της πληροφορίας γίνεται διαχειρίσιμος με την βοήθεια του φύλλου excel που συνοδεύει την εργασία.

4.2 Χρήση κατάλληλου api client – Postman

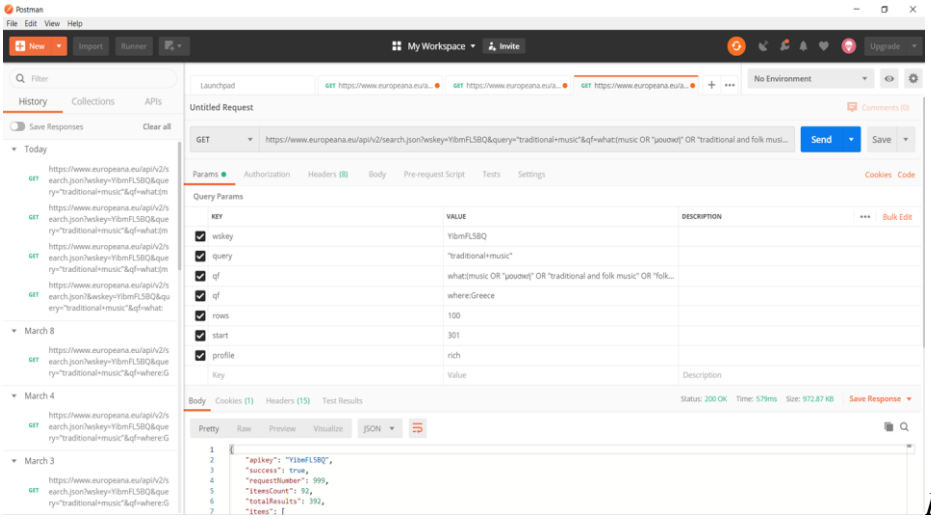
Με τον όρο client ("πελάτης") αναφερόμαστε κατά κύριο λόγο σε μια εφαρμογή, όπως για παράδειγμα ένα πρόγραμμα περιήγησης, που λειτουργεί σε έναν υπολογιστή. Με την εφαρμογή αυτή ο χρήστης μπορεί να εκτελεί διάφορες λειτουργίες και να υποβάλλει αιτήματα. Στην περίπτωση που ο διακομιστής δεν διαθέτει τη δυνατότητα για εκτέλεση εργασιών σε εύθετο χρόνο ο χρήστης μπορεί να κάνει μια κλήση από την πλευρά του client προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση σε ορισμένες πληροφορίες ή λειτουργίες. Ένας πελάτης API (api client) είναι ένα σύνολο εργαλείων και πρωτοκόλλων που λειτουργούν από μια

[1]Τονίζουμε ότι ο τελεστής "OR" δεν παίζει το ρόλο της αποκλειστικής διάζευξης καίτοι τον χρησιμοποιούμε πάνω από μία φορά.

εφαρμογή σε υπολογιστή. Κατά μία έννοια παρακάμπτουν λειτουργίες κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής ιστού οι οποίες θα αποτελούσαν εν γένει χρονοβόρες διαδικασίες, επιταχύνοντας κατά αυτόν τον τρόπο τη διαδικασία ανάπτυξης των εφαρμογών. Έτσι λοιπόν, προκειμένου να διαχειριστούμε τον όγκο της πληροφορίας που μας παρέχει η Europeana από το αποτέλεσμα της κλήσης, θα χρησιμοποιήσουμε μια εφαρμογή διαχείρισης δεδομένων (api client) η οποία θα κατηγοριοποιήσει τα data μας.

Η χρήση του εν λόγω api client software υλοποιείται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Λήψη του Postman https://www.postman.com/downloads/
2. Τρέχω το request με GET https://www.europeana.eu/api/v2/search.json?wskey=YibmFL5BQ&query="traditional+music"&qf=what:(music OR "μουσική" OR "traditional and folk music" OR "folk songs" OR "sheet music" OR score)&qf=where:Greece&rows=100&start=301&profile=rich
3. Επειδή τα αποτελέσματα είναι στο σύνολο 392, το τρέχουμε 4 φορές βάζοντας στο start 1, 101, 201, 301. Το api μπορεί να επιστρέψει μόνο 100 αποτελέσματα τη φορά.
4. Κάνουμε Save Response -> Save to a file έχοντας επιλέξει JSON στον τύπο αρχείου, κάθε φορά που τρέχουμε το request.



Εικόνα 11:

Η διαχείριση του όγκου της πληροφορίας επιτυγχάνεται με την αποθήκευση σε ένα αρχείο excel. Η διαδικασία περιγράφεται αναλυτικά στην πιο κάτω ενότητα.

4.3 Διαχείριση δεδομένων

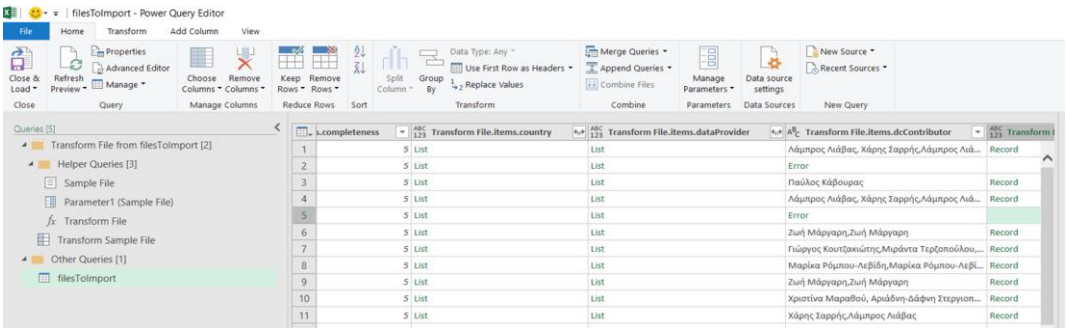
Στις παρακάτω παραγράφους περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήσαμε για την αποθήκευση, τη διαχείριση και την ανάκτηση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την ψηφιακή βάση Europeana Sounds. Πιο συγκεκριμένα περιγράφουμε την εισαγωγή των αρχείων json στο αρχείο excel.

4.3.1 Προετοιμασία των αρχείων:

Για να γίνει η εισαγωγή των json αρχείων στο excel θα πρέπει αυτά να βρίσκονται αποθηκευμένα μέσα στον ίδιο φάκελο. Έτσι λοιπόν επιλέγοντας στο Excel, στην καρτέλα Data, στο μενού Get Data -> From File -> From Folder θα έχει ως αποτέλεσμα να επιλεγούν προς εισαγωγή όλα τα αρχεία του φακέλου. Η δυνατότητα αυτή μας εξυπηρετεί ως προς το αυτόματο merging των αρχείων που πρόκειται να γίνει. Εφόσον τα αρχεία json είναι ακριβώς της ίδιας μορφής θα συγχωνευθούν τα δεδομένα τους παίρνοντας τη μορφή που θα ορίσουμε στα επόμενα βήματα και δεν θα χρειαστεί να επαναλάβουμε τη διαδικασία εισαγωγής για το κάθε ένα ξεχωριστά.

4.3.2 Προετοιμασία των πεδίων:

Στη συνέχεια, στο παράθυρο που θα εμφανιστεί θα ορίσουμε τους κανόνες που θα φορτωθεί το κάθε πεδίο και οι οποίοι θα εφαρμοσθούν για όλα τα αρχεία του προηγούμενου βήματος.



Καταρχάς έχουμε την επιλογή να επιλέξουμε ποια πεδία θα εισαχθούν και ποια θα

αποκλειστούν εντελώς. Θα προτιμήσουμε να τα εισάγουμε όλα και να αξιολογήσουμε ποια δεν μας χρειάζονται όταν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία εισαγωγής στο excel.

Η δομή ενός αρχείου json περιέχει σε ιεραρχική δομή, λίστες πεδίων. Αυτό επιτυγχάνεται με εμφωλιασμό λιστών σε πεδία. Το κάθε πεδίο αποτελείται από ενα key/όνομα και το αντίστοιχο value/τιμή. Όταν έχουμε εμφωλιασμό τότε στην τιμή ενός πεδίου αντί για μία τιμή έχουμε μια άλλη λίστα πεδίων. Έτσι λοιπόν έχουμε μια αρχική λίστα πεδίων που στη δική μας περίπτωση είναι η εξής:

apikey: "YibmFL5BQ"

items: [{completeness: 5, country: ["Greece"],…}, {completeness: 5, country: ["Greece"],…},…]

itemsCount: 12

requestNumber: 999

success: true

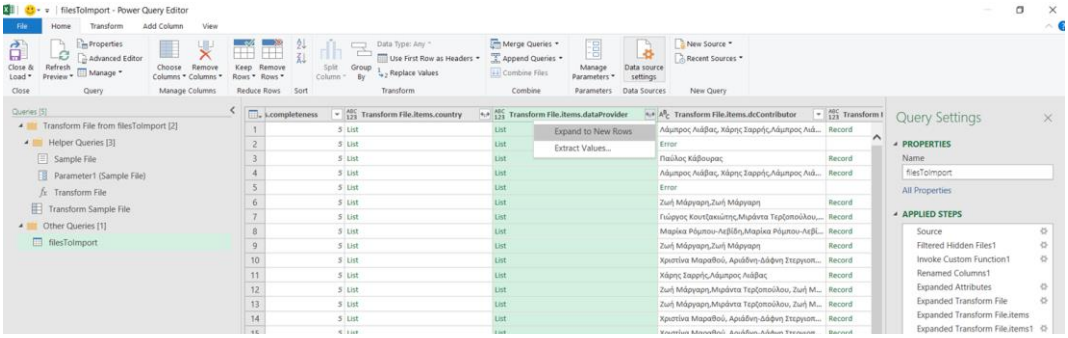
totalResults: 393

Εδώ παρατηρούμε ότι τα πεδία με ονόματα items και country το καθένα στη θέση της τιμής/value περιέχει μια λίστα πεδίων.

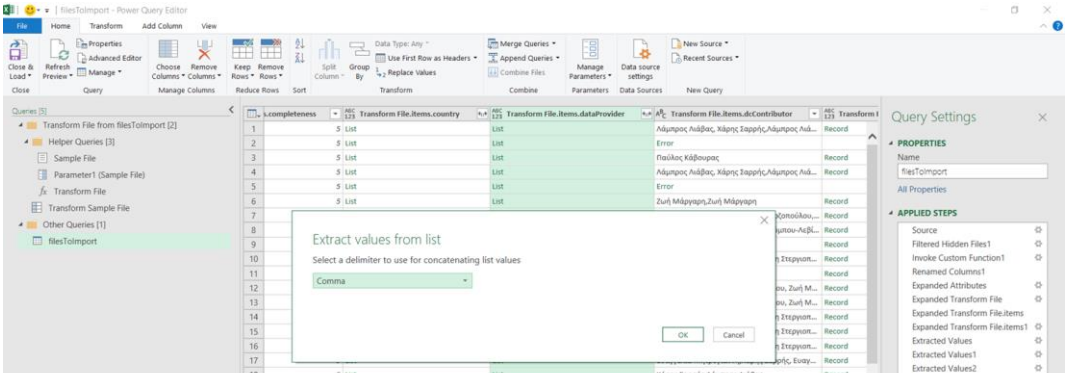
Τα πεδία-λίστες όπως το items και μέσα στο πεδίο items το πεδίο country είναι πεδία για τα οποία θα πρέπει να καθορίσουμε τον κανόνα με τον οποίο θα εισαχθούν. Για το σκοπό αυτό, το excel μας δίνει δύο επιλογές:

- Expand to new rows
- Extract values

Για το πεδίο items θα επιλέξουμε την πρώτη επιλογή "Expand to new rows". Με τον τρόπο αυτό για κάθε τιμή της λίστας θα δημιουργηθεί μια καινούρια εγγραφή στο excel. Το πεδίο items στην περίπτωσή μας είναι σημαντικό καθώς περιέχει τα καθεαυτά δεδομένα, τα υπόλοιπα πεδία είναι κάποια γενικά στοιχεία.

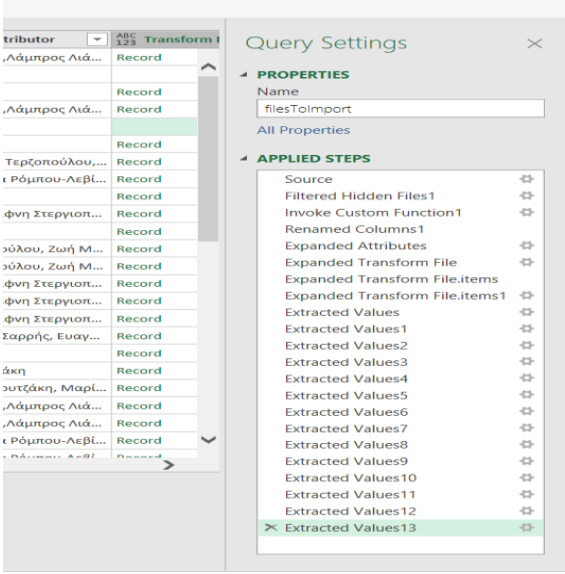


Για το πεδίο country θα επιλέξουμε τη δεύτερη επιλογή "Extract values". Με τον τρόπο αυτό κάθε τιμή της λίστας θα προστεθεί διαχωριζόμενη από ένα κόμμα μέσα σε ένα κελί του excel. Την επιλογή αυτή θα κάνουμε για όλα τα υπόλοιπα πεδία-λίστες που θα βρούμε μέσα στην κάθε εγγραφή από τα items.



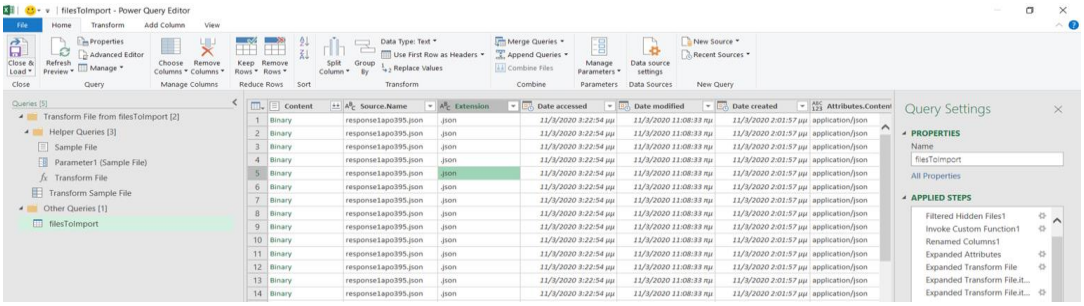
4.3.3 Δυνατότητα αναίρεσης και επανάληψης βημάτων

Καθώς τα αρχεία json μπορει να περιέχουν αρκετά μεγάλο αριθμό πεδίων και λιστών προς διευκόλυνση του χρήστη, η κάθε απόφαση σχετικά με τους κανόνες που έχει επιλέξει καταγράφεται ως Step και εμφανίζεται σαν ιστορικό σε ένα παράθυρο με τίτλο Applied Steps. Εκει ο χρήστης μπορεί να δει με ιστορική σειρά τι έχει επιλέξει και έχει τη δυνατότητα να το αναιρέσει.



Εικόνα 15: Applied Steps (Παράθυρο δυνατότητας αναίρεσης και επανάληψης)

4.3.4 Ολοκλήρωση διαδικασίας

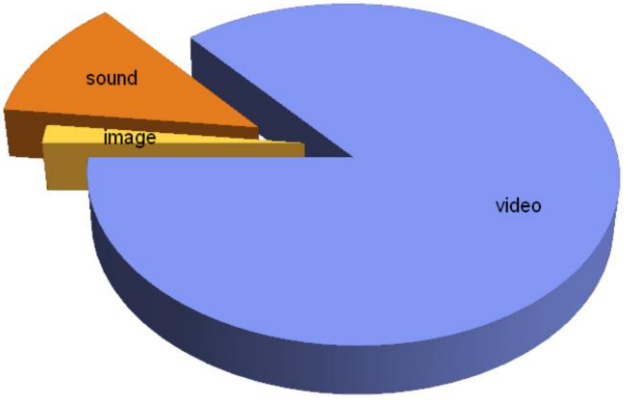


Όταν έχουμε κάνει τις επιλογές μας για όλα τα πεδία μπορούμε εν τέλει να εφαρμόσουμε τους κανόνες και να φορτώσουμε το τελικό αποτέλεσμα στο excel πατώντας Close and Load.

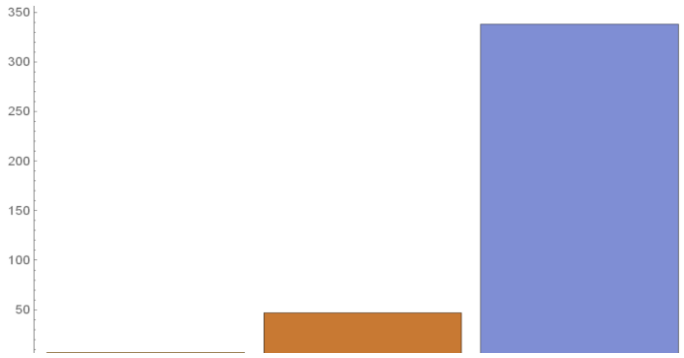
4.4 Επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα επισυνάπτονται στο συνοδευόμενο με την εργασία φύλλο excel και ο αναγνώστης μπορεί να τα “τρέξει” από τη στήλη AR. Τα αρχεία αριθμούν 392 οντότητες οι οποίες είναι είτε video, είτε sound, είτε image. Παραθέτουμε ένα κυκλικό διάγραμμα όπου φαίνεται ξεκάθαρα ότι τα περισσότερα αρχεία συνδυάζουν

κυρίως ήχο με εικόνα. Προκειμένου να τα παρακολουθήσει κάποιος πρέπει να κάνει “download” στη στήλη που παραπέμπουμε AR του φύλλου excel.



Τα αποτελέσματα των βίντεο αριθμούν 338 στα 392, περίπου το 84%, των εικόνων 7 στα 392, δηλαδή το 2% περίπου και τα αρχεία ήχου το υπόλοιπο 14%:



Ο τρόπος με τον οποίο επιλέξαμε να μετρήσουμε το output έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος της Mathematica, αν και θα μπορούσε να γίνει και με άλλους τρόπους, ακόμη και με το χέρι στην περίπτωσή μας! Αν όμως αναφερόμαστε σε άλλη τάξη μεγέθους τότε προτείνουμε αυτή τη μέθοδο αρίθμησης με βάση τους χαρακτήρες, όπου το mathematica μας παρέχει άμεσα την εντολή. Έτσι για παράδειγμα αν θέλουμε σε μια σειρά από γράμματα να μετρήσουμε τη συχνότητα εμφάνισης μιας συγκεκριμένης λέξης χρησιμοποιούμε την εντολή “StringCount” με τον τρόπο που παρουσιάζουμε παρακάτω.

```
StringCount["SOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDSOU
```

NDSOUNDSOUNDSOUNDSOUNDVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDE
OVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVID
EOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVIDEOVI
DEOVIDEO","SOUND"]

Το output του προγράμματος μας πληροφορεί ότι έχουμε 47 εμφανίσεις της λέξης sound. Το ίδιο ακολουθήσαμε για τις κατηγορίες image και video.

4.5 Επέκταση προσβασιμότητας

Θα μπορούσαμε να προσθέσουμε μία παράμετρο στην αναζήτηση μας η οποία να καθορίζει την "άδεια χρήσης" (reusability), δηλαδή τη δυνατότητα χρήσης, και να μας ειδοποεί για το ποιά αρχεία διαθέτουν συτή την ιδιότητα. Αυτές οι παράμετροι προσδιορίζουν αυτά που είναι πλήρως προσβάσιμα προς χρήση, "...reusability=open", αν είναι υπό περιορισμό, "...reusability=restricted", και αν είναι προσβάσιμες μόνο με άδεια: "...reausability=permission". Έτσι στην περίπτωση όπου θα θέλαμε να συντάξουμε με αναλυτικούς όρους αίτημα προς την εύρεση αρχείων με υπό περιορισμούς χρήση θα γράφαμε:

https://www.europeana.eu/api/v2/search.json?
&wskey=f7PbVPMJr
&query="traditional+music"
&qf=what:(music OR mΓIsica OR musique OR musik OR musica OR muziek OR muzyka OR "notated music" OR "traditional and folk music" OR "folk songs" OR "sheet music" OR score OR "musical Instrument" OR partitur OR partituras)
&rows=100
&start=100
&qf=where:Greece
&profile=rich& reusability=open

Κεφάλαιο 5 Επίλογος

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια σε πρώτο βαθμό επαφή με βασικές έννοιες των τεχνολογιών γνώσης και οντολογιών με έμφαση στη Μουσική. Με γνώμονα τα εν λόγω μελετήσαμε πρότυπα αναπαράστασης μεταδεδομένων σε εγγραφές μουσικής πληροφορίας.

Στο πρακτικό επίπεδο εξοικειωθήκαμε με το Europeana API για την ανάπτυξη επισημειωμένων βάσεων μουσικής πληροφορίας. Συγκεκριμένα μελετήσαμε και υλοποιήσαμε εργαλεία με χρήση των επιμέρους APIsSearch. Τέλος έγινε προσπάθεια ανάπτυξης μιας επισημειωμένης βάσης παραδοσιακής ελληνικής μουσικής μέσα από τις εγγραφές της EuropeanaMusic.

5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Με τη βοήθεια των παραπάνω εργαλείων μπορεί κανείς να επεκταθεί και σε αναζήτηση άλλων δεδομένων τα οποία μπορεί να συστηματοποιήσει είτε στα πλαίσια των μουσικών παραδόσεων άλλων χωρών είτε και γενικότερα στις άλλες τέχνες που υπάρχουν στα αρχεία της Europeana. Τέλος σε σχέση με το προγραμματιστικό κομμάτι είδαμε ότι υπάρχουν δυνατότητες με χρήση πολλών λογισμικών εξαγωγής και καταγραφής της πληροφορίας.

Βιβλιογραφία

1. Mishra, R. K. (2016). DIGITAL LIBRARIES: DEFINITIONS, ISSUES, AND CHALLENGES. Innovare journal of education, Vol 4, Issue 3, 2016.
2. Cleveland, G. (1998). DIGITAL LIBRARIES:Definitions, Isues and Challenges. IFLA. Universal Dataflow and Telecommunications Core Programme International Federation of Library Associations and Institutions.
3. Nurnberg, P.J., Furuta, R., Leggett, J.J., Marshall, C., and Shipman III, F.M. (1995). Digital libraries: issues and architectures. In Proceedings of the Second Annual Conference on the Theory and Practice of Digital Libraries. Austin, Texas, June 11-13, 1995, pp. 147-153.
4. Lynch, C.A. (1997). Searching the Internet. Scientific American, March, 1997, 52-56. Also available at: URL: http://www.sciam.com/0397issue/0397lynch.html
5. Waters, D.J. (1998). What are digital libraries? CLIR Issues, July/August. URL: http://www.clir.org/pubs/issues/issues04.HTML "Digital libraries are organizations that provide the resources, including the specialized staff, to select, structure, offer intellectual access to, interpret, distribute, preserve the integrity of, and ensure the persistence over time of collections of digital works so that they are readily and economically available for use by a defined community or set of communities. "
6. (2007). Setting the Foundations of Digital Libraries. Ανακτήθηκε από: https://web.archive.org/web/20180116055320/http://www.dlib.org/dlib/march07/castelli/03castelli.html
7. Wright, A. (2014-07-10). Cataloging the World: Paul Otlet and the Birth of the Information Age. Oxford ; New York: OUP USA. pp. 8–15.
8. Clifford, L. (2008). Digital Libraries, Learning Communities, and Open Education. Opening Up Education The Collective Advancement of Education through Open Technology, Open Content, and Open Knowledge, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
9. Digital library (2020, Μάιος 8). Πηγή *Wikipedia*. Ανάκτηση από https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_library.
10. Turing, A. M. (1936, November 12). ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO THE ENTSCHEIDUNGSPROBLEM. *Proceedings of the London Mathematical Society*, pp. 230-265.
11. SHANNON, C. E. (1948, July, October). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal, Vol. 27*, σσ. 379–423, 623–656.
12. Weaver, S. C.-W. (1964). The Mathematical Theory of Communication. *The University of Illinois Press - Urbana*, p. 132.
13. Wiener, N. (1950). *The Human Use of Human Beings*. London: Free Association Books,

1989.

14. Baran, P. (1960). *Reliable Digital Communications Systems using unreliable network r epeater nodes.* Rand Corporation.
15. Davies, D. (1966, June). Proposal for a Digital Communication Network. *National Physical Laboratory*, σ. 33.
16. Kleinrock, L. (1961). *Information Flow in Large Communication Nets.*Massachusets: MIT.
17. Davies. (2001, January 1). An Historical Study of the Beginnings of Packet Switching. *The Computer Journal, Volume 44, Issue 3,* Pages 152–162,.
18. Fiber – optic communication. (n.d.). Πηγή: Wikipedia. Ανακτήθηκε από: https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-optic_communication (Τελευταία πρόσβαση 7 Μαίου 2020).
19. Nageswara, K., Rao et.al (2016). Cost of Print and Digital Books: A Comparative Study. The Journal of Academic Librarianship, Vol.42, Issue 4, July 2016, p.445-452.
20. McKamen, L. (2019) E-Books vs. Print Books: What's the Difference [online], Ανάκτηση από: https://www.investopedia.com/financial-edge/0812/e-books-vs.-print-books.aspx (Τελευταία πρόσβαση 7 Μαίου 2020).
21. Feynman, R. (Feb 1977). The Feynman Lectures on Physics. ADDISON-WESLEY 2116-2118.
22. Feynman, R. (n.d). Ανακτήθηκε από https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_50.html "The components which are used in sound-reproducing equipment—amplifiers, loudspeakers, etc.—always have some nonlinearity. They produce distortions in the sound—they generate harmonics, etc.—which were not present in the original sound. These new components are heard by the ear and are apparently objectionable. It is for this reason that "Hi-Fi" equipment is designed to be as linear as possible. (Why the nonlinearities of the ear are not "objectionable" in the same way, or how we even know that the nonlinearity is in the loudspeaker rather than in the ear is not clear!)" (Τελευταία πρόσβαση 7 Μαίου 2020)
23. MIDI Files. (2020, Μάιος 8). Πηγή Wikipedia. Ανακτήθηκε από: *https://el.wikipedia.org/wiki/MIDI*
24. Musical Digital Libraries (2020, Μάιος 8).Πηγή Wikipedia. Ανακτήθηκε από: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_online_digital_musical_document_libraries
25. Μουσική Βιβλιοθήκη.(2020, Μάιος 8). Ανακτήθηκε από: *https://www.mmb.org.gr/*
26. Mitchell, T.M. (1997). Machine Learning. Maidenhead, H.B.:McGraw-Hill International Editions.
27. Crawford, M., Brown, G. J., Cooke, M., and Green, P. Design, collection and analysis of a multi-simultaneousspeaker corpus. Proceedings of The Institute of Acoustics, Vol. 16, Part 5, The Institute of Acoustics, Windermere. 1994: pp. 183-190.
28. Melucci, M. and Orio, N. A Task-Oriented Approach for the Development of a Test Collection for Music Information Retrieval. Workshop on the Creation of Standardized Test Collections,

Tasks, and Metrics for Music Information Retrieval (MIR) and Music Digital Library (MDL) Evaluation. Second Joint Conference on Digital Libraries. Portland, OR. 2002: pp. 33-35.

29. Pardo, B., Meek, C. and Birmingham, W. Comparing Aural Music-Information Retrieval Systems. Workshop on the Creation of Standardized Test Collections, Tasks, and Metrics for Music Information Retrieval (MIR) and Music Digital Library (MDL) Evaluation. Second Joint Conference on Digital Libraries. Portland, OR. 2002: pp. 39-41.
30. Herrera, P. (2002) . Setting Up an Audio Database for Music Information Retrieval Benchmarking.
31. Aamodt, A., & Plaza, E. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues - Methodological Variations, and System Approaches. Artificial Intelligence Communications-IOS Press, 7(1), 39-59.
32. Leake, D. B. (1996).Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons and Future Directions. Menlon Park, CA: AAAI/MIT Press.
33. Cunningham, S. J., Reeves, N. & Britland, M. (2003). An ethnographic study of music information seeking: implications for the design of a music digital library. Houston, TX, May 31, 2003, 5-17.
34. McNab, R. J., Smith, L. A., Witten, I. H., Henderson, C. L. & Cunningham S. J. (1996). Towards the digital music library: tune retrieval from acoustic input. In Proceedings of Digital Libraries '96 Conference. New York: Association for Computing Machinery. 1-8.
35. Wang, C., Li,J. & Shi, S. (2006). The desing and implementation of a digital music library. Framework, data model, query language, and indices of HIT-DML. International Journal on Digital Libraries, 6 (1). 82-97.
36. Metadata (2020, Μάιος 8). Πηγή Wikipedia. Ανακτήθηκε από : https://en.wikipedia.org/wiki/Metadata
37. Application programming interface (2020, Μάιος 8). Πηγή Wikipedia. Ανακτήθηκε από: https://en.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface
38. Europeana Data Model (n.d.). Ανακτήθηκε από: https://pro.europeana.eu/page/edm-documentation (Τελευταία πρόσβαση 8 Μαΐου 2020).
39. Postman, The Collaboration Platform for API Development. Ανακτήθηκε από: https://www.postman.com/ (Τελευταία πρόσβαση 01 Απριλίου 2020).