Shazam clone

גיא ון-דם 325133148

מנחה: אלי גולדשטיין
תיכון הדרים הוד השרון | 27.05.2020

תוכן עניינים

מבוא

תיאור תכולת הספר

- הרקע לבחירתי בפרויקט הארכיטקטורה של הפרויקט
- תהליך בנייתו
- נספחים
- קישורים למקורות מידע
- הקוד שכתבתי..

הרקע לפרויקט

חיפשתי נושא מעניין לפרויקט שלי, ניסיתי להמציא תכנים מקוריים אבל הם לא צלחו עקב חוסר ידע ומידע. הופיע לי סרטון שמסביר על איך Shazam עובד וישר ידעתי שזה רעיון מצוין לפרויקט, הנושא מעניין, יש לנו תקשורת בין שרת ללקוח ולפי כל מיני מאמרים באינטרנט הבנתי שאני באמת אוכל לממש תוכנה כזאת.

תהליך המחקר

כמובן שזה לא רעיון חדש או מקורי, ואין שום חידושים בפרויקט שלי כי אני עובד עם האלגוריתם של 2003.

סקירת ספרות

לפני שהתחלתי רציתי לוודא שיש לי חומר ומידע על איך האלגוריתם עובד. מצאתי מאמר מצוין שמסביר בצורה ברורה ונכנס לפרטים איך האלגוריתם עובד ואיך הוא ממומש.
כמובן שהמאמר הזה לא מכסה את כל מה שהייתי צריך בשביל לממש את האלגוריתם, היו בו קצת חורי מידע, והייתי צריך למצוא מאמרי עזר שנכנסו ליותר פרטים בנושאים מסוימים. כלומר, עם קריאת המאמר וההתקדמות בו, הייתי צריך לחפש מאמרים ומידע באינטרנט על נושאים לא ברורים, חורי מידע, דרכי מימוש וכו..

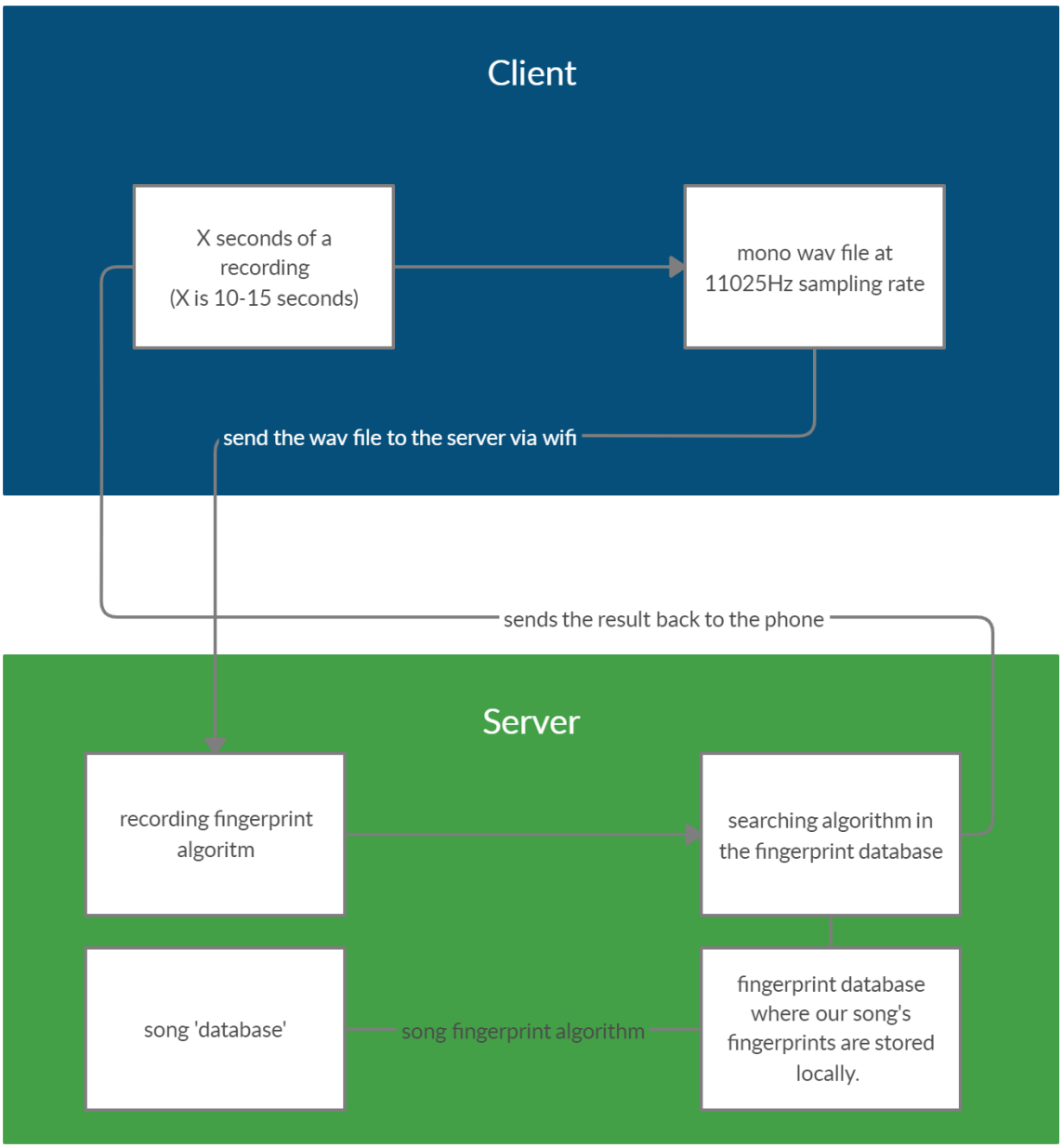
אתגרים מרכזיים :

- הבעיה המרכזית שהתמודדתי איתה הייתה רמת הידע. Shazam נוצרה ע"י חוקרי signal processing ו computer science מאוניברסיטאות מתקדמות בארה"ב. זה חומר ברמת תואר ראשון-שני שאיתו הייתי צריך להתמודד. זאת הייתה בעיה מרכזית עבורי בגלל שלא רק שלא ידעתי את החומר, קשה למצוא מידע באינטרנט שמסביר **בדיוק** את מה שאני צריך.
- הסיבות שלי לבחירת הנושא היו התעניינות באיך האלגוריתם עובד ובעולם של ניתוח צליל, האתגר לנסות לממש תוכנה מסובכת ומרשימה כמו Shazam וכמובן בגלל שהנושא עמד בכל התנאים עבור פרויקט ברשתות.
- המוטיבציה שלי לעבודה הייתה לסיים את הפרויקט בהצלחה, העשרת הידע שלי, הן בפייתון והן בנושא של הפרויקט, וידיעה שהפרויקט יכול לפתוח לי דלתות בצבא ובנוסף 5 יחידות הלימוד.
- הפרויקט לא עונה על שום צורך. קיימת מערכת כזאת, ומראש ידעתי שהיא תעבוד יותר טוב ממה שאני אעשה. לא רק שאני מתחיל בפיגור של 17 שנה, אני תלמיד יחיד בתיכון עם זמן וידע מוגבל.

מבנה – ארכיטקטורה של הפרויקט

הפתרון המוצע

הפתרון במילה אחת הוא audio fingerprint, טביעות אבצע כאלה נותנות לך המון אינפורמציה במעט זיכרון. חישוב טביעת האצבע לא לוקחת המון זמן, היא לא יותר מדי תובענית בצורך של משאבי חישוב (דבר חשוב עבור חישוב מהיר וחיפוש מהיר במאגר הנתונים).

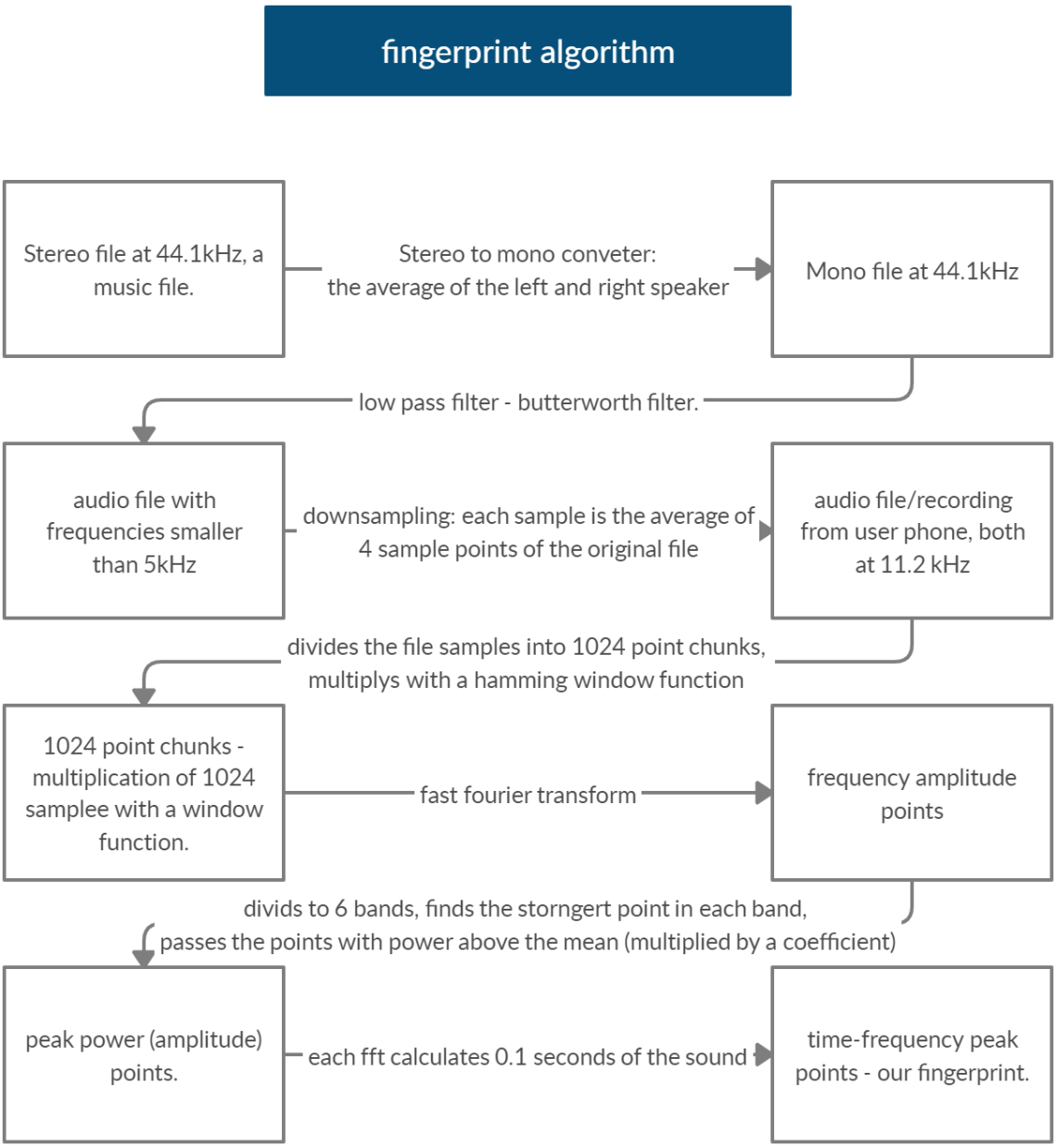


כפי שניתן לראות, לאחר שהטלפון מקליט את השיר שאנו רוצים לחפש, הוא מחשב את טביעת האצבע של ההקלטה, שולח אותה לשרת לחיפוש מהיר במאגר הנתונים של טביעות האצבע. אם הכל הולך כשורה, השרת ישלח תשובה עם המידע על השיר המבוקש. זו ארכיטקטורה יחסית פשוט, היא מקטינה

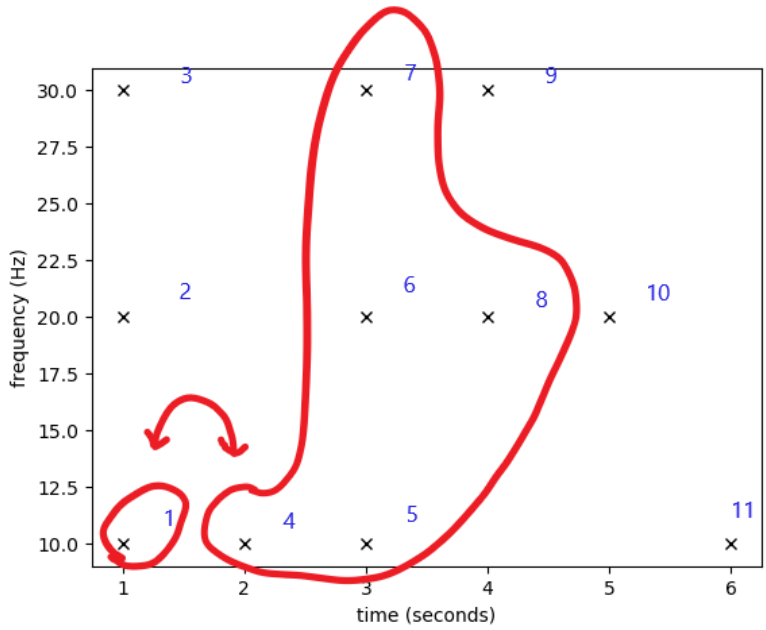
את כמות המידע שעובר ברשת, ומשתמשת בתכונות של מעבדי הטלפון החזקים, עבור חישוב יחסית פשוט ומהיר של טביעת האצבע של ההקלטה.

הסבר על הרכיבים השונים

- טלפון המשתמש :
  - תפקידה להקליט את השיר המבוקש, ולהציג את המידע למשתמש. זה ה UI שלנו.
  - הקלט הוא הקול שמוקלט מהסביבה.
  - הפלט הוא המידע על השיר המבוקש (אם האופרציה עבדה כמו שמתכונן) או הודעת שגיאה אם לא.
- השרת :
  - תפקידו הוא להחזיק את מאגר הנתונים (הן של השירים והן של טביעות האצבע). לבצע את החיפוש במאגר הנתונים ולשלוח את התוצאות ללקוח.
  - הקלט הוא טביעות האצבע מהלקוחות.
  - הפלט הוא תוצאות החיפוש במאגר הנתונים, אשר ישלחו ללקוח.
- השרת משתמש ב 3 hash tables :
  - אחד בשביל ה fingerprint database עם מפתח - address (הסבר בהמשך) וערך – רשימת couple ים (הסבר בהמשך).
  - השני בשביל ה address-Couple Dictionary של כל Song object ב database.
  - השלישי בשביל ה song information, השם של השיר והאמן.
- זרימת מידע : קל לראות שמה- song database עוברים ל fingerprint table דרך ה fingerprint algorithm וכמובן שיש זרימת מידע בין השרת ללקוח – הלקוח מעבירה שאילתה והשרת מחזיר את התשובה.
- ארכיטקטורת רשת :
  - אנחנו נרצה שרת מרובה לקוחות שיוכלו לדבר עם השרת בו זמנית.
  - כמובן שיש לנו תקשורת של שרת-לקוח.
  - אזורים הדורשים אבטחה יהיו :
    - השרת, שבתוכו נצטרך להגן על מאגרי הנתונים ואלגוריתם החיפוש.
    - כדאי שהחיבור בין השרת ללקוח יהיה מאובטח כדי שלא יהיה מעבר שגוי של נתונים..
- האלגוריתם הראשי : עקרונית, האלגוריתם הראשי כבר מוצג למעלה, עכשיו נצטרך לעבור לאלגוריתמים המשנים שהם ה fingerprint algorithm וה- searching algorithm.


fingerprint algorithm
Stereo file at 44.1kHz, a music file.
Stereo to mono conveter: the average of the left and right speaker
Mono file at 44.1kHz
low pass filter - butterworth filter.
audio file with frequencies smaller than 5kHz
downsampling: each sample is the average of 4 sample points of the original file
audio file/recording from user phone, both at 11.2 kHz
divides the file samples into 1024 point chunks, multiplys with a hamming window function
1024 point chunks - multiplication of 1024 samplee with a window function.
fast fourier transform
frequency amplitude points
divids to 6 bands, finds the storngert point in each band, passes the points with power above the mean (multiplied by a coefficient)
peak power (amplitude) points.
each fft calculates 0.1 seconds of the sound
time-frequency peak points - our fingerprint.

Searching algorithm



לפי שנתסכל על אלגוריתם החיפוש נעשה קצת סדר בטרמינולוגיה בעזרת דוגמא:

אחרי אלגוריתם טביעת האצבע אנחנו מקבלים time-frequency peak points. תמונה זו מייצגת נקודות אלה.

נמספר את הנקודות לפי זמן ואח"כ לפי גודל תדירות כפי שאפשר לראות בתמונה.

אנחנו נקרא **לכל** 5 נקודות עוקבות **target zone**. כמו 5 הנקודות שמסביבן ציור אדום. **anchor point** של ה target zone הזה תהיה נקודה מס' 1. הנקודה השלישית לפני ה target zone.

עבור כל נק' בתמונה נוכל ליצור **address**, שלשה המתוארת ככה :

(frequency of the point, frequency of the anchor point, time of point – time of anchor point)

ועבור כל target zone נוכל ליצור **couple** שהוא זוג שמתואר כך :

(time of anchor point, song id)

נעשה את התהליך הזה עבור כל נקודה. לכל נקודה (שהיא לא ההתחלה או הסוף) יהיה 5 addresses (כי היא מופיעה ב 5 target zones).

לכל שיר והקלטה ניצור dictionary עם

- מפתח – address
- ערך – רשימה של couple ים שמתאימים ל address. (כי address יוצר couple)

אבל, אנחנו יודעים שלהקלטה אין song id אז פשוט נשמיט אותו ונסתכל רק על ה time of anchor point.
ונקבל dictianary עם

- מפתח – address
- ערך – time of anchor point

נקרא למילון של השיר addressCoupleDict
ולמילון של ההקלטה נקרא addressTimeOfAnchorDict

ועכשיו נוכל להבין איך נראה ה fingerprint database שלנו.
הוא בעצם dictionary/hash table עם

- מפתח - address
- ערך - רשימה של couples שמתאימים ל address הזה. שיכול להכיל song id מכל שיר ממאגר השירים.

אבל אמרנו שיש לנו 3 hash tables במאגר הנתונים. המאגר השני הוא גם hash table כפי שנאמר, עם

- מפתח – song id.
- ערך – addressCoupleDict של ה Song object associated with the song id.

מאגר הנתונים השלישי הוא hash table עם

- מפתח – song id.
- ערך – song Information המידע על השיר שיופיע למשתמש, השם של השיר והאמן.

עכשיו נוכל להסתכל על אלגוריתם החיפוש :

searching algorithm

Recording object

finding the addresses that match

looping through the fingerprint databas. if an address in the DB is also in the 'addressTimeOfAnchorDict' of the recording, we put all the couples in the list (the value of the address key) in a different dictionary of the Recording object, which we'll call 'songIdTable', where the key is the couple and the value is the number of times it appears in the values of the addresses matching with the addresses of the recording.

counting the number of matches a song have with the recording

we'll need to remove all the items in the 'songIdTable' whose value is 4 or below, becuase it doesn't form a target zone, but as I tested the program, I lowered the threshold to 2 to get some sort of results.
we'll then loop through the 'songIdTable' and count the times a songId appears in that dictionary. we'll put the information in a new dictionary, which we'll call 'songIdNumOfKeyDict'.
after that we'll get rid of all the keys in the new dictionary whose values are below 20, multiplied by a coefficient. I started off with 300*coefficient (thats because the number of target zones of a 10 seconds recording is about 300 and the coefficient is for the noise in the recording) but as I tested, I saw that a lot of the good results where gone by filtering with the 300 threshold, so I lowered it down gradually, to 20.

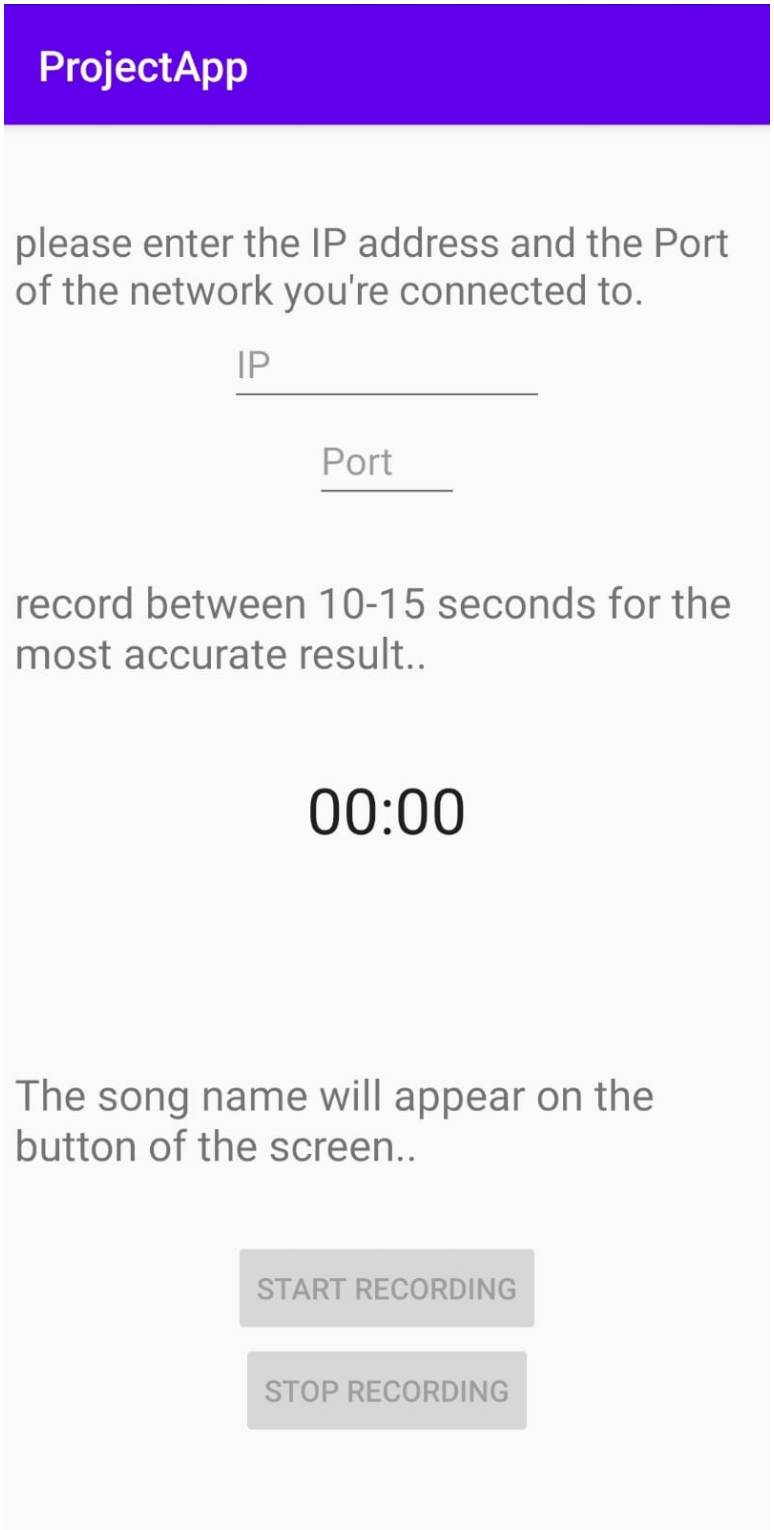
time coherency

we'll then go through the song-id's left, and we'll create a new dictionary where the key is the song id and the value is a list of deltas. a delta is the absolute difference in time between the anchor point for a specific address in the recording and the anchor point for that address (if it appears in the song).
but! for each address in the song we can have multiple couples, so we'll compute that delta for each couple associated with that address.

the final step, making the prediction.

now for each song id (the key) we'll find the delta that appears most in that list. we'll save the time of appearances, and the song with the most appearances we'll be out prediction.

מדריך למשתמש



האפליקציה די פשוטה. מוצגות לנו הוראות לגבי כמה זמן כדאי להקליט ואיפה אפשר לצפות לשם השיר המבוקש.

המשתמש מתבקש להכניס את ה IP וה Port של ה socket שאליו נרצה להתחבר אצל השרת.

לא יהיה ניתן להכניס IP או Port לא נכונים.

יש לנו מעיין שעון שמורה לנו כמה שניות עברו מתחילת ההקלטה כדי שנוכל לדעת מתי הגענו לטווח השניות המבוקש.

ממשק המשתמש די פשוט. כשרוצים להתחיל להקליט לוחצים על START RECORDING וכשרוצים לסיים להקליט לוחצים על STOP RECORDING.

אם לא הצלחנו למצוא את השם של השיר מופיעה הודעה שאומרת שהשיר לא נמצא.

"didn't find anything :("

אם כן הצלנו למצוא משהו, השם והאמן של השיר יופיעו (כפי שנאמר) בתחתית המסך.

זה המסך היחיד שלנו.

הוראות התקנה

Server/Database

נתחיל בהורדת פייתון 3 למחשב:

https://www.python.org/downloads/

אח"כ נוריד את MongoDB ואת ה connector של פייתון למחשב כפי שמתואר במאמר הזה:

https://www.geeksforgeeks.org/guide-install-mongodb-python-windows/

נצטרך להוריד גם את התיקיות של פייתון שנשתמש בהם. ניתן לעשות זאת ע"י pip install או דרך ה IDE שאיתו נשתמש. נוריד את:

numpy
pymongo
scipy
wavefile
stft
np

נסדר את הקבצי הפייתון לפי התיקיות המוצגות בעמוד הבא.

את השירים שנרצה להעלות למאגר הנתונים נצטרך לשמור בתור קבצי wave (.wav) בלי הסיומות שמוספות כשאתה מוריד את הקובץ. ניתן לעשות את השלב הזה ע"י מציאת השירים ב youtube ושימוש ב:

https://ytmp3.cc/en13/

אח"כ נשתמש ב Audacity כדי להעביר את הקבצים לפורמט הרצוי ומחיקת הסיומות שעלולות להפריע בקריאת הקבצים ע"י פייתון.

https://www.audacityteam.org/download/

נשים אותם בתיקיית DatabaseSongs.

אח"כ ניכס לקובץ FingerprintDatabase.py ניצור פונקציית main ובתוכה מופע של FingerprintDatabase.

נקרא לפונקציה createNewDatabase

```
createNewDatabase(self)
```

<u>אם נרצה להכניס שיר אחד:</u>
נשתמש בפונצקיה load של האובייקט שמקבלת את ה path, songId, songInfo

```
load(self, path, songId, songInfo)
```

<u>אם נרצה להכניס כמה שירים בבת אחת:</u>
ניצור 2 dictionaries, הראשון עם

- מפתח – songId
- ערך – songInfo

והשני עם

- מפתח – songId
- ערך – path/location to the wavfile

נשתמש בפונקציה loadMany של האובייקט ונכנס את ה dictionaries לעיל בתור קלט.

```
loadMany(self, songIdPathDict, songIdInfoDict)
```

זה מה שקורה מאחורי הקלעים.
אנחנו נשתמש בקובץ LoadToDatabase.py כדי להכניס כקלט למערכת את מיקומי הקבצים, ה song id שלהם והמידע עליהם (שם השיר והאמן). נריץ את הקובץ ב cmd או ב IDE שלנו וההוראות ברורות משם.

Running the Server

ניצור מופע של DBServer ונריץ אותו ע"י קריאה לפונקציה run של האובייקט.

```
run(self)
```

Client/android application

עבור הקבצים של ה אנדרואיד, נוסיף את המחלקות:

MsgSender.java
SocketInfo.java
StringObj.java
WavRecorder.java

עם התוכן שמוצג בדפים הבאים. ונעתיק את קצבי ה MainActivity.xml/.java ואת ה AndroidManifest שמופיעים בכל פרויקט אנדרואיד. עדיף לקרוא לפרויקט ProjectApp בשביל העתקה חלקה. אחרת צריך לשנות שורה ב AndroidManifest וב MainActivity.xml/.java כדי לתקן את ה package name.

Running the Client/app

נבחן את הסרטון הבא:

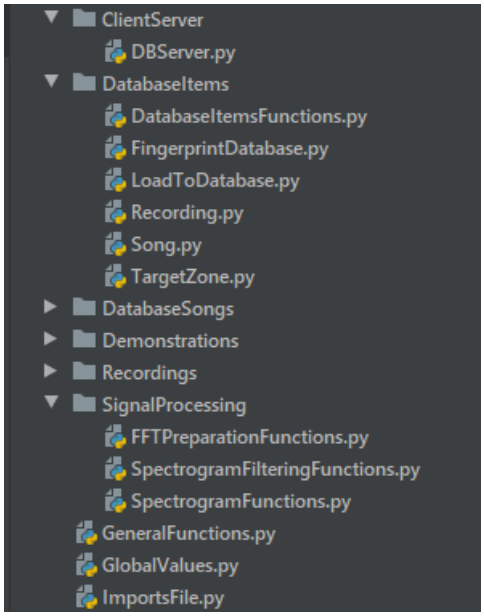
https://www.youtube.com/watch?v=13DPpfuP1Zs

הוא יסביר לנו איך להריץ את הפרויקט על ה emulator ועל טלפון פיזי.

חשוב להדגיש הפרויקט יעבוד רק על טלפון פיזי בגלל שהקלטות ב emulator לא עובדות.

מדריך למפתח - קבצי פייתון

הקבצים והתיקיות שלהם:



DBServer.py

```
import ImportsFile
import socket
import select
from DatabaseItems.FingerprintDatabase import FingerprintDatabase
from DatabaseItems.Recording import Recording


class DatabaseServer:
    def __init__(self, port):
        self.serverSocket = socket.socket()
        self.serverSocket.bind(("0.0.0.0", port))

        self.fingerprintDatabase = FingerprintDatabase()

        self.serverSocket.listen(5)

        self.openClientSockets = []
        self.messagesToSend = []

        self.recordingPath = r'C:\PythonProject2\Recordings\clientRecording.wav'

    """
    function name: sendWaitingMessages.
    input: wlist - a list of writeable socket.
    output: N/A
    operation: loops through the input list and sends the messages in the 'messagesToSend' list if the socket
is
    writable
    """

    def sendWaitingMessages(self, wlist):

        for message in self.messagesToSend:
            (client_socket, data) = message
            if client_socket in wlist:
                print("data is" + data)
                data = data.encode('latin-1')
                client_socket.send(data);
                print("sent message")
                self.messagesToSend.remove(message)

    """
    function name: updateTheWavFile.
    input: currentSocket, the current socket that needs attention.
    output: the result of the search.
    operation: updates the 'clientRecording.wav' file, and searches the database to find the information
about the
    recording.
    """

    def updateTheWavFile(self, currentSocket):

        with open(self.recordingPath, 'wb') as f:
            while True:

                m = currentSocket.recv(1024)  # try to receive 100 bytes
                f.write(m)
                if not m:
```

```
                print("finished because m is empty")
                break
            if "finish" in m.decode('latin-1'):
                break

        searchResult = self.searchInDatabase() + "\n"
        currentSocket.send(searchResult.encode('latin-1'))

    """
    function name: run.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: runs the server, channels the clients.
    """

    def run(self):
        print("server is up")
        while True:
            client_data_exist = False

            rlist, wlist, xlist = select.select([self.serverSocket] + self.openClientSockets, [], [])

            for current_socket in rlist:

                if current_socket is self.serverSocket:

                    (new_socket, address) = self.serverSocket.accept()

                    self.openClientSockets.append(new_socket)

                else:
                    client_data_exist = True
                    data = current_socket.recv(1024)
                    data = data.decode('latin-1')

                    if data == "":
                        self.openClientSockets.remove(current_socket)
                    elif str(data[:4]) == "file":
                        self.updateTheWavFile(current_socket)
            if client_data_exist:
                dummyrlist, wlist, xlist = select.select([], rlist, [], 0.1)
                self.sendWaitingMessages(wlist)

    """
    function name: showCollection.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: prints the MongoDB collection, our database.
    """

    def showCollection(self):
        self.fingerprintDatabase.showCollection()

    """
    function name: searchInDatabase.
    input: N/A
    output: the result of the search in the database.
    operation: calls the 'searchInDatabase' function of the FingerprintDatabase object with a recording
associated
```

```
    with the 'clientRecording.wav' file"""

    def searchInDatabase(self):
        r = Recording(self.recordingPath)
        r.initializeAll()
        return self.fingerprintDatabase.searchInDatabase(r)


if __name__ == '__main__':
    port = 8888
    server = DatabaseServer(port)
    server.run()
```

DatabaseItemsFunctions.py

```
import GlobalValues

"""
function name: targetZonesCreate.
input: a list of time-frequency points.
output: a list of lists.
operation: creates a list of 5 consecutive points, until it runs out of points. adds that list to the
"targetZone" list.
"""


def createTargetZones(timeFrequencyPoints):
    targetSize = GlobalValues.targetSize
    targetZones = []
    for i in range(len(timeFrequencyPoints) - targetSize + 1):
        targetZones.append([timeFrequencyPoints[i + j] for j in range(targetSize)])

    return targetZones


"""
    function name: createAnchorPoints
    input: timeFrequencyPoints - as the name suggest, a list of tuples. targetZones - a list of point lists.
    output: a dictionary. where the key is an anchor point and the value is a list of points - the target Zone.
    (5 following points, 3 points to the right [where the positive time axis is to the right] of the anchor
point).
    operation: initializes the 'anchorPointTargetZoneDict' variable for the Song and Recording objects.
    """


def createAnchorPoints(timeFrequencyPoints, targetZones):
    return {timeFrequencyPoints[i - 3]: targetZones[i] for i in range(3, len(targetZones))}
```

FingerprintDatabase.py

```
from ImportsFile import *
from DatabaseItems.Song import Song
import pymongo


def stringToTuple(s):
    try:
        return tuple(map(float, s.split(',')))
    except Exception:
        return s


def addressToString(tup):
    return str(tup[0]) + ',' + str(tup[1]) + ',' + str(tup[2])


class FingerprintDatabase:
    def __init__(self):
        myClient = pymongo.MongoClient("mongodb://localhost:27017/")

        myDataBase = myClient["mydatabase"]
        self.collection = myDataBase["Database collection"]

        # key - an address, value - a list of couples matching the key.
        self.database = {}

        self.storageDatabase = {}

        self.songIdSongInfoDict = {}

        self.songIdAddressCoupleDict = {}

    '''
    function name: loadMany.
    input: a dictionary of paths and songId to be loaded to the fingerprint database.
    output: N/A
    operation: self explanatory. calls the load function for every item in the database.
    '''

    def loadMany(self, songIdPathDict, songIdInfoDict):
        if not songIdPathDict or not songIdInfoDict:
            return
        self.pullAll()

        for songId, path in songIdPathDict.items():
            print("loading:", songIdInfoDict[songId])
            temp = Song(path, songId)
            try:
                temp.initializeAll()
                self.databaseUpdate(temp)
                self.songIdAddressCoupleDict[songId] = temp.addressCoupleDict
                self.songIdSongInfoDict[songId] = songIdInfoDict[songId]
            except:
                pass
        self.pushAll()

    '''
    function name: load.
```

```
    input: path, the song id.
    output: N/A
    operation: creates the address for the point in the address object, load them in the "database"
dictionary,
    if a key already exist, adds the match couple to the value (a list) of the key, if not, creates a new key and
a list
    of one object, so it can be expanded in the future.
    '''

    def load(self, path, songId, songInfo):
        self.pullAll()

        print("loading: ", songInfo)
        temp = Song(path, songId)
        temp.initializeAll()

        self.databaseUpdate(temp)
        self.songIdAddressCoupleDict[songId] = temp.addressCoupleDict
        self.songIdSongInfoDict[songId] = songInfo

        self.pushAll()

    '''
    function name: saveDatabase.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: saves the database changes to memory.
    '''

    def pushFingerprintDatabase(self):
        self.collection.delete_one({"_id": 1})
        try:
            self.storageDatabase["_id"] = 1
            self.collection.insert_one(self.storageDatabase)
        except pymongo.errors.DuplicateKeyError:
            print('===== ERROR === DuplicateKeyError for dict 1 === ERROR =====')
            exit(1)
        else:
            print('===== changes to fingerprintDatabase SAVED SUCCESSFULLY =====')

    '''
    function name: pullDatabase
    input: N/A
    output: N/A
    operation: pulls the database from memory so we can alter it.
    '''

    def pullFingerprintDatabase(self):
        self.storageDatabase = self.collection.find_one({"_id": 1})
        assert self.storageDatabase, "===== ERROR === error at pullFingerprintDatabase === ERROR =====
"
        self.database = {stringToTuple(key): [tuple(v) for v in value] for key, value in
self.storageDatabase.items() if
                    not key == '_id'}

    '''
    function name: saveSongIdAddressCoupleDict
    input: N/A
    output: N/A
```

```
    operation: saves the songIdDict to changes to memory.
    '''

    def pushSongIdAddressCoupleDict(self):
        self.collection.delete_one({"_id": 2})
        try:
            self.collection.insert_one(self.songIdAddressCoupleDict)
        except pymongo.errors.DuplicateKeyError:
            print('===== ERROR === DuplicateKeyError for dict 2 === ERROR =====')
        else:
            print('===== changes to songIdAddressCoupleDict SAVED SUCCESSFULLY =====')

    '''
    function name: pullSongIdAddressCoupleDict
    input: N/A
    output: N/A
    operation: pulls the songIdAddressCoupleDict from memory
    '''

    def pullSongIdAddressCoupleDict(self):
        self.songIdAddressCoupleDict = self.collection.find_one({"_id": 2})
        assert self.songIdAddressCoupleDict, "===== ERROR === error at pullFingerprintDatabase ===
ERROR ===== "

    """
    function name: pushSongIdSongInfoDict.
    input: N/A
    output: N/A.
    operation: saves the songIdSongInfoDict to memory.
    """

    def pushSongIdSongInfoDict(self):
        self.collection.delete_one({"_id": 3})
        try:
            self.collection.insert_one(self.songIdSongInfoDict)
        except pymongo.errors.DuplicateKeyError:
            print('===== ERROR === DuplicateKeyError for dict 3 === ERROR =====')
        else:
            print('===== changes to songIdSongInfoDict SAVED SUCCESSFULLY =====')

    """
    function name: pullSongIdSongInfoDict.
    input: N/A
    output: N/A.
    operation: pulls the songIdSongInfoDict from memory.
    """

    def pullSongIdSongInfoDict(self):
        self.songIdSongInfoDict = self.collection.find_one({"_id": 3})
        assert self.songIdSongInfoDict, "===== ERROR === error at pullSongIdSongInfoDict === ERROR " \
                                        "===== "

    """
    function name: pullAll.
    input: N/A
    output: N/A.
    operation: pulls the fingerprintDatabase, SongIdAddressCoupleDict and songIdSongInfoDict from
memory.
    """
```

```
    def pullAll(self):
        self.pullFingerprintDatabase()
        self.pullSongIdAddressCoupleDict()
        self.pullSongIdSongInfoDict()

    """
    function name: pushAll.
    input: N/A
    output: N/A.
    operation: saves the fingerprintDatabase, SongIdAddressCoupleDict and songIdSongInfoDict to
memory.
    """

    def pushAll(self):
        self.pushFingerprintDatabase()
        self.pushSongIdAddressCoupleDict()
        self.pushSongIdSongInfoDict()

    '''
    function name: databaseUpdateDECIMAL
    input: a song object
    output: N/A
    operation:  ==========a regular "decimal" method for checking and demonstration==========
    creates the address for the point in the address object, load them in the "database" dictionary,
    if a key already exist, adds the match couple to the value (a list) of the key, if not, creates a new key and
a list
    of one object, so it can be expanded in the future.
    '''

    def databaseUpdate(self, song):
        addressCoupleDict = song.addressCoupleDict
        for key, value in addressCoupleDict.items():  # the key is an address
            if key in self.storageDatabase:
                self.storageDatabase[key] += value
            else:
                self.storageDatabase[key] = value

    '''
    function name: searchInDatabase
    input: the recoding list of addresses and couples
    output: N/A
    operation: if an address is in the database, the function updates the songIdTable.
    '''

    def searchInDatabase(self, recording):
        self.pullAll()
        for address in recording.addressAnchorTimeDict.keys():
            if address in self.database.keys():
                recording.songIdTableUpdate(self.database[address])

        recording.songIdTableFilter()
        return self.filterResults(list(recording.songIdNumOfKeysTable.keys()), recording)

    """
    function name: filterResults.
    input: songIdList - self explnetory, recording - a Recording object, the recording in the search.
    output: the information for the song we predict the recording matches to. (if we can make such
prediction).
```

```
    operation: now for each song id (the key) we'll find the delta that appears most in that list. we'll save the time
    of appearances, and the song with the most appearances we'll be our prediction.
    """

    def filterResults(self, songIdList, recording):
        if len(songIdList) == 0:
            return "didn't find anything :("
        elif len(songIdList) == 1:
            return self.songIdSongInfoDict[songIdList[0]]

        # initialize the songIdDeltaDict for future use.
        recording.songIdDeltaDict = {songId: [] for songId in songIdList}

        for songId in songIdList:
            for address, anchorTimeList in recording.addressAnchorTimeDict.items():
                for anchorTime in anchorTimeList:

                    tempAddressCoupleDict = self.songIdAddressCoupleDict[songId]
                    stringAddress = addressToString(address)
                    if stringAddress in tempAddressCoupleDict.keys():
                        deltaList = [abs(anchorTime - couple[0]) for couple in tempAddressCoupleDict[stringAddress]]
                        recording.songIdDeltaDict[songId] += deltaList

        # finds the delta that appear the most in the list, set the number of appearance to be the new value of the dict
        temp = {key: max(listOfDeltas, key=listOfDeltas.count) for key, listOfDeltas in
                recording.songIdDeltaDict.items()}

        recording.songIdDeltaDict = {key: listOfDeltas.count(temp[key]) for key, listOfDeltas in
                                     recording.songIdDeltaDict.items()}
        prediction = self.songIdSongInfoDict[max(recording.songIdDeltaDict.items(), key=lambda x: x[1])[0]]
        return prediction

    """
    function name: showCollection.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: prints the 2 dictionaries in the collection.
    """

    def showCollection(self):
        for x in self.collection.find():
            print(x)
            print(len(x))

    """
    function name: createNewDatabase.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: deletes the old database (the mongoDB collection) and inserts new dictionaries for the future database.
    """

    def createNewDatabase(self):
        self.collection.drop()
        self.collection.insert_one({"_id": 1})
        self.collection.insert_one({"_id": 2})
        self.collection.insert_one({"_id": 3})
```

LoadToDatabase.py

```
"""
program for loading songs into the database.
"""
from DatabaseItems.FingerprintDatabase import FingerprintDatabase

Database = FingerprintDatabase()

songIdSongInfoDict = {}
songIdPathDict = {}

print("to stop the loop enter 0 for any of the input boxes\n")
loopCondition = 1
while loopCondition:
    path = input("enter the path to the wav file\n")
    if path == '0':
        break

    songId = input("enter the song Id\n")
    if songId == '0':
        break

    songInfo = input("enter the song Information, this will be shown to the user as the song metadata\n")
    if songInfo == '0':
        break

    songIdPathDict[songId] = path
    songIdSongInfoDict[songId] = songInfo

Database.loadMany(songIdPathDict, songIdSongInfoDict)
```

Recording.py

```
from ImportsFile import *

decimalPoints = GlobalValues.decimalPoints
coefficient = GlobalValues.songIdFilterCoefficient


class Recording:
    def __init__(self, path):
        self.timeFrequencyPoints = []

        # a list of lists of points.
        self.targetZones = []

        # key - anchor point, value - target zone
        self.anchorPointTargetZoneDict = {}

        # self.addressCouplesList = []

        self.addressAnchorTimeDict = {}

        # key - couple, value - the number of time it appears in the recording address.
        self.songIdTable = {}

        # key - songId, value - the number of time is part of a key in the songIdTable
        self.songIdNumOfKeysTable = {}

        # key - songId, value - a list of deltas of the anchor time for each songId.
        self.songIdDeltaDict = {}

        # the path to the wav file of that recording.
        self.dataPath = path

    """
    function name: initializeAll.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: initializes the timeFrequencyPoints, targetZones, anchorPointTargetZoneDict,
addressAnchorTimeDict
    variables. also initializes the songIdDeltaDict to be an empty dictionary with lists as values for future
use.
    """

    def initializeAll(self):
        self.createConstellationMap()
        self.targetZones = createTargetZones(self.timeFrequencyPoints)
        self.anchorPointTargetZoneDict = createAnchorPoints(self.timeFrequencyPoints, self.targetZones)
        self.createAddresses()

    """
    function name: createConstellationMap.
    input: N/A
    output: N/A
    operation: initializes the timeFrequencyPoints variable.
    """

    def createConstellationMap(self):
        try:
            sampleRate, data = scipy.io.wavfile.read(self.dataPath)
```

```
        self.timeFrequencyPoints = createFilteredSpectrogramPoints(list(data))
    except:
        print("error in reading the wav file...")

    """
    function name: createAddresses
    input: N/A
    output: N/A
    operation: initializes the addressAnchorTimeDict,
    for every point in a target zone, calculates the address according to the anchor point. rounds the
number to 3
    decimal points and saves the result as string for the search in the database.
    """

    def createAddresses(self):
        for anchorPoint, targetZone in self.anchorPointTargetZoneDict.items():
            timeOfAnchor = round(anchorPoint[0], decimalPoints)
            for p in targetZone:
                delta = p[0] - anchorPoint[0]
                tempAddress = (anchorPoint[1], p[1], int(round(delta, decimalPoints) * 10))

            if tempAddress in self.addressAnchorTimeDict:
                self.addressAnchorTimeDict[tempAddress].append(timeOfAnchor)
            else:
                self.addressAnchorTimeDict[tempAddress] = [timeOfAnchor]

    '''
    function name: songIdTableUpdate
    input: the value of the database - a list of couples
    output: N/A
    operation: goes through the list, counting the number of couples the song have in common with the
address value.
    '''

    def songIdTableUpdate(self, List):
        for couple in List:
            if couple in self.songIdTable:
                self.songIdTable[couple] += 1
            else:
                self.songIdTable[couple] = 1

    '''
    function name: songIdTableFilter
    input: N/A
    output: N/A
    operation: we go through the songIdTable, removing
    all the couples who's value is less than 2, than we go through the
    songIdTable again, counting the number of time each songId appeared in a key (a couple) of the hash
table (
    putting it in a new hash table). we remove the song whose number is below 20*coefficient, because 300
is the
    number of target zones in the recording.
    '''

    def songIdTableFilter(self):

        if self.songIdTable:
            self.songIdTable = dict(filter(lambda element: element[1] > 1, self.songIdTable.items()))
```

```
if not self.songIdTable:
    return

for couple in self.songIdTable.keys():
    if couple[1] in self.songIdNumOfKeysTable.keys():
        self.songIdNumOfKeysTable[couple[1]] += 1
    else:
        self.songIdNumOfKeysTable[couple[1]] = 1

self.songIdNumOfKeysTable = dict(
    filter(lambda element: element[1] >= 20 * coefficient, self.songIdNumOfKeysTable.items()))
```

Song.py

```
from ImportsFile import *

decimalPoints = GlobalValues.decimalPoints


class Song:

    def __init__(self, path, songID):
        self.path = path
        self.songID = songID
        # a list of 2-item-tuples
        self.timeFrequencyPoints = []
        # list of lists of points.
        self.targetZones = []
        # key - anchor point, value - target zone
        self.anchorPointTargetZoneDict = {}
        # key - address, value - a list of couple associated with this address.
        self.addressCoupleDict = {}

    """
        function name: initializeAll.
        input: N/A
        output: N/A
        operation: initializes the timeFrequencyPoints, targetZones, anchorPointTargetZoneDict,
addressCoupleDict
        variables.
    """

    def initializeAll(self):
        self.createConstellationMap()
        self.targetZones = createTargetZones(self.timeFrequencyPoints)
        self.anchorPointTargetZoneDict = createAnchorPoints(self.timeFrequencyPoints, self.targetZones)
        self.createAddresses()

    """
        function name: createConstellationMap.
        input: N/A
        output: N/A
        operation: initializes the timeFrequencyPoints variable. it reads the wave file associated with the
song
        instance and prepares the data for the fft.
    """

    def createConstellationMap(self):

        try:
            sampleRate, data = wavefile.read(self.path)
            sampleRate, data = prepareForSpectrogram(sampleRate, data)
            self.timeFrequencyPoints = createFilteredSpectrogramPoints(data)
        except Exception as wavFileException:
            print("error in reading the wav file for path:", self.path)
            raise wavFileException
    """
        function name: createAddresses
        input: N/A
        output: N/A
        operation: initializes the addressAnchorTimeDict,
        for every point in a target zone, calculates the address according to the anchor point. rounds the
```

```
number to 3
    decimal points and saves the result as a String for storage in the database.
  """

  def createAddresses(self):
    for anchorPoint, targetZone in self.anchorPointTargetZoneDict.items():
      couple = (round(anchorPoint[0], decimalPoints), self.songID)
      for p in targetZone:
        delta = p[0] - anchorPoint[0]
        tempAddress = str(int(anchorPoint[1])) + ',' + str(int(p[1])) + ',' + str(
          int(round(delta, decimalPoints) * 10))

        if tempAddress in self.addressCoupleDict:
          self.addressCoupleDict[tempAddress].append(couple)
        else:
          self.addressCoupleDict[tempAddress] = [couple]
```

TargetZone.py

```
import GlobalValues

"""
function name: targetZonesCreate.
input: a list of time-frequency points.
output: a list of lists.
operation: creates a list of 5 consecutive points, until it runs out of points.
adds that list to the "targetZone" list.
"""


def createTargetZones(timeFrequencyPoints):
    targetSize = GlobalValues.targetSize
    targetZones = []
    for i in range(len(timeFrequencyPoints) - targetSize + 1):
        targetZones.append([timeFrequencyPoints[i + j] for j in range(targetSize)])

    return targetZones
```

FFTPreparationFunctions.py

```
from ImportsFile import *
import numpy
import scipy
import scipy.signal
from SignalProcessing.SpectrogramFilteringFunctions import *

'''
   function mame: stereoToMonoConvert
   output: N/A
   input: N/A
   operation: for every point takes the average of left speaker and the right speaker.
'''


def stereoToMonoConvert(data):
   # instead of int16 type. takes care of the overflow that occurred.
   data = np.array(data, dtype=numpy.float64)
   return list(map(lambda tup: (tup[0] + tup[1]) / 2, data))


'''
  function name: lowPassFilter
  input: N/A
  output:N/A
  operation: uses butterWorth filter, cutoff frequency of 5kHz,
'''


def lowPassFilter(data, sampleRate):
   order = 2
   cutOffFrequency = GlobalValues.lowPassFilterFrequency
   nyq = 0.5 * sampleRate  # Nyquist Frequency
   normal_cutoff = cutOffFrequency / nyq

   # Get the filter coefficients
   b, a = scipy.signal.butter(order, normal_cutoff, btype='low', analog=False)
   return scipy.signal.filtfilt(b, a, data)


'''
function name: hammingWindow.
input: data, list of samples from a wav file.
output: result, list of sub-lists, 1024 in length (if possible).
operation: divides the data into 1024 sublist, multiplies with the window function, return the result in a
list, takes
care of the reminders.

'''


def hammingWindow(data):
   windowSize = GlobalValues.hammingWindowSize
   window = np.hamming(windowSize)
   length = len(data)
   subLists = [data[i: i + windowSize] for i in range(0, length - length % windowSize, windowSize)]
   return list(map(lambda subList: [subList[i] * window[i] for i in range(len(subList))], subLists))
```

```
'''
function name:
downSample input:
N/A output: N/A
operation: for every 4 sample points we take the average of them, reducing our sample rate to 10.025kHz,
a quarter of the original sampling frequency.
takes care of reminders.
'''


def downSample(data):
    length = len(data)
    temp = list(map(lambda subList: sum(subList) / 4, [data[i:i + 4] for i in range(0, (length - length % 4),
4)]))

    if not length % 4 == 0: temp.append(sum(data[-(length % 4):]) / (length % 4))

    return temp


"""
function name: prepareForSpectrogram.
input: sampleRate - the sampling rate of the input data. data - the audio file from wavfile.read. a numpy
array.
output: a tuple - sampleRate, data. sample rate is the input sample rate divided by 4 (after the down
sampling). data is
the processed data.
operation: checks the data to be a mono or a stereo file. if it's a mono file it passes the data through the
stereoToMonoConvert function. otherwise
continues as usual with the low pass filter and the down sampling.
"""


def prepareForSpectrogram(sampleRate, data):
    if len(data.shape) == 2:
        print('preparing stereo file...')
        data = stereoToMonoConvert(data)
    else:
        print('preparing mono file...')

    data = lowPassFilter(data, sampleRate)
    data = downSample(data)
    sampleRate /= 4
    return sampleRate, data
```

SpectrogramFilteringFunctions.py

```
import GlobalValues
from ImportsFile import *
import scipy.fftpack as fftpk
from pylab import *

# frequencies bands ranges.
RANGE = [102.315, 210.015, 425.415, 856.215, 1717.815, 5508.855]
# the bands values.
bandsValue = [9, 19, 39, 79, 159, 511]
windowSize = 1024
sampleRate = 11025

frequencies = fftpk.fftfreq(windowSize, d=(1.0 / sampleRate))
frequencies = frequencies[0:len(frequencies) // 2]

"""
function name: updateRange.
input: N/A
output: N/A
operation: update the frequency RANGE variable.
"""


def updateRange():
    global RANGE
    RANGE = list(map(getNthBin, bandsValue))


"""
function name: getNthBin.
input: n, a natural number.
output: returns the nth bin upper limit with a bin size of 10.77Hz.
operation: a recursive function. the first bin is (0,binSize/2) and the following bins are the intervals
where the bin
Size is added to a and b [(a,b)].
"""


def getNthBin(n):
    binSize = 10.77
    if 0 == n:
        return binSize / 2
    else:
        return getNthBin(n - 1) + binSize


"""
function name: pointIntoBand.
input: bands - a dictionary of lists. (key - the number of band, value - a list of points with frequency in that
band)
        point - a frequency-amplitude point.
output: N/A
operation: goes with a loop until the point is no longer in that band and stops.
"""


def pointIntoBand(bands, point):
    i = 0
```

```
    length = len(bands)
    while RANGE[i] <= frequencies[point[0]] and i < length - 1:
        i += 1
    bands[i].append(point)


"""
function name: FFTPointsIntoBands.
input: frequencyAmplitudePoints - a list of the frequency-amplitude points returned by the fft.
output: bands - a dictionary (key - the number of band, value - a list of points with frequency in that
band).
operation: loops through the input list and calls the pointIntoBand function.
"""


def FFTPointsIntoBands(frequencyAmplitudePoints):
    bands = {i: [] for i in range(6)}
    for p in frequencyAmplitudePoints:
        pointIntoBand(bands, p)

    return bands


'''
function name: maxOfBand
input: the dictionary of points after the distribution to bands.
output: the same dictionary, with only the bigger amplitude points left. the strongest point of each band.
operation: uses the max function with the key set to the amplitude (the second value of the pair)
'''


def maxOfBand(bands):
    for key in bands:
        try:
            bands[key] = max(bands[key], key=lambda x: x[1])  # amplitude.
        except:
            print(str(key) + "is empty")
    return bands


'''
function name: averageValueOfBins
input: the dictionary of strongest point of each band
output: the average value of the frequency of these bins
operation: average of all the value in the dictionary.
'''


def averageValueOfBins(bands):
    try:
        return sum([v[1] for v in bands.values()]) / len(bands)  # amplitude.
    except Exception:
        print("error in summing the values in averageValueOfBins")
        exit(1)

'''
function name: passAboveTheMean.
input: the bans dictionary as seen before.
output: a list of the points whose amplitude is above the averageValue of the max of each band, multiplied
```

```
by a coefficient.
operation: self explanatory.
'''


def passAboveTheMean(bands):
    averageValue = averageValueOfBins(bands)
    meanCoefficient = GlobalValues.meanCoefficient

    return [v for v in bands.values() if v[1] >= averageValue * meanCoefficient]


'''
function name: filterFFT.
input: the time-frequency points were getting from the fft.
output: the peak points of that fft.
operation: puts the points in the bands, keeps only the max of these bands and pass the points that are
above the mean..
'''


def filterFFT(frequencyAmplitudePoints):
    bands = FFTPointsIntoBands(frequencyAmplitudePoints)
    bands = maxOfBand(bands)

    return passAboveTheMean(bands)
```

SpectrogramFunctions.py

```
from ImportsFile import *
import scipy
import scipy.signal
from pylab import *
from GeneralFunctions import *

'''
function name: FFT.
input: data, sampleRate.
output: a tuple, (frequency, amplitudes)
operation: uses the scipy built-in function, cuts the result in half because of the symmetry, takes care of
the
amplitude units.
'''


def FFT(data):
    amplitude = abs(scipy.fft.fft(data))
    amplitude = 2 * amplitude[0:len(amplitude) // 2]
    amplitude = amplitude / len(data)

    return amplitude


'''
function name: createFilteredSpectrogramPoints.
input: data - the audio data after been pass through the preparation stages.
output: a list of time - frequency PEAK points. (the peaks are chosen according to their amplitude and by
the filtering algorithm.
operation: calculates the fft for every 1024 points (after going through the hamming window function) in
the input data. and passes the result
through the filtering algorithm.
'''


def createFilteredSpectrogramPoints(data):
    spectrogramPoints = []
    result = hammingWindow(data)

    for i in range(len(result)):
        amp = FFT(result[i])
        frequencyAmplitudePoints = createPoints([*range(0, 512)], amp)
        filteredPoints = filterFFT(frequencyAmplitudePoints)
        for f in filteredPoints:
            spectrogramPoints.append((i / 10, round(f[0], 3)))

        spectrogramPoints = sorted(spectrogramPoints, key=lambda x: x[0])  # filter the points by time.
    return spectrogramPoints
```

GeneralFunctions.py

```python
"""
function name: createPoints.
input: x - a list, y - a list. 2 list of the same object and size.
output: a list of tuples.
operation: N/A
"""


def createPoints(x, y):
    return [(x[i], y[i]) for i in range(0, len(x))]


"""
function name: createLists.
input: points - a list of tuples.
output: 2 lists. a list of the first item in the tuples and a list of the second item in the tuples.
operation: N/A.
"""


def createLists(points):
    return [p[0] for p in points], [p[1] for p in points]
```

GlobalValues.py

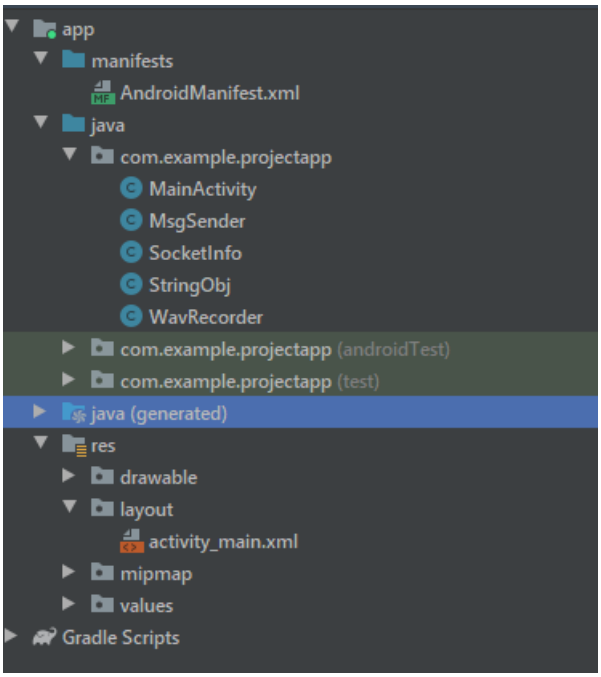
```
global decimalPoints, songIdFilterCoefficient, meanCoefficient, gs, targetSize, hammingWindowSize

hammingWindowSize = 1024
lowPassFilterFrequency = 5000
decimalPoints = 3
songIdFilterCoefficient = 1
meanCoefficient = 1

# targetZone size.
targetSize = 5
```

ImportsFile.py

```
import GlobalValues
from DatabaseItems.DatabaseItemsFunctions import *
from scipy.io.wavfile import *

from DatabaseItems.TargetZone import createTargetZones
from SignalProcessing import *
from SignalProcessing.FFTPreparationFunctions import *
from SignalProcessing.SpectrogramFunctions import *
from SignalProcessing.SpectrogramFilteringFunctions import *

import scipy.signal
from scipy.io import wavfile

import GlobalValues

import numpy
import scipy
import scipy.fftpack as fftpk
import scipy.signal
from pylab import *

import GlobalValues
from scipy import signal
import scipy.io.wavfile as wavefile

from GeneralFunctions import *

from scipy import signal
import numpy as np

import scipy.io.wavfile as wavefile

import pymongo
```

a file to keep all the imports in. it didn't work as I would've hoped so but its ok.

קבצים ותיקיות:



AndroidManifest.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.example.projectapp">

    <uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO"
/>
    <uses-permission
android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.STORAGE" />

    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
    <uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE"/>
    <uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE"/>

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">
        <activity android:name=".MainActivity">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
```

```
                <category
android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>

</manifest>
```

acitivity_main.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:gravity="center"
    android:orientation="vertical"
    tools:context=".MainActivity">

    <TextView
        android:id="@+id/ipInputText"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:width="350dp"
        android:text="please enter the IP address and the Port of
the network you're connected to."
        android:textSize="19sp" />


    <EditText
        android:id="@+id/ipInput"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:width="150dp"
        android:digits="0123456789."
        android:hint="IP"
        android:imeOptions="actionNext"
        android:inputType="numberDecimal"
        android:maxLength="15" />

    <EditText
        android:id="@+id/portInput"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginBottom="30dp"
        android:width="70dp"
        android:digits="0123456789"
        android:hint="Port"
        android:imeOptions="actionDone"
        android:inputType="numberDecimal"
        android:maxLength="5" />

    <TextView
        android:id="@+id/text"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:width="350dp"
```

```
        android:text="record between 10-15 seconds for the most
accurate result.."
        android:textSize="20sp" />


    <Chronometer
        android:id="@+id/chronometer"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginTop="40dp"
        android:layout_marginBottom="100dp"
        android:textSize="30sp" />

    <TextView
        android:id="@+id/text2"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginBottom="30dp"
        android:width="350dp"
        android:text="The song name will appear on the button of the
screen.."
        android:textSize="20sp" />

    <Button
        android:id="@+id/btnRecord"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Start Recording" />

    <Button
        android:id="@+id/btnStop"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Stop Recording" />

</LinearLayout>
```

MainActivity.java

```
package com.example.projectapp;

import android.Manifest;
import android.content.Context;
import android.content.pm.PackageManager;
import android.media.MediaRecorder;
import android.os.Bundle;
import android.os.Environment;
import android.os.StatFs;
import android.os.SystemClock;
import android.text.Editable;
import android.text.TextWatcher;
import android.util.Log;
import android.view.KeyEvent;
import android.view.View;
import android.view.inputmethod.EditorInfo;
import android.widget.Button;
import android.widget.Chronometer;
import android.widget.EditText;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;

import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import androidx.core.app.ActivityCompat;
import androidx.core.content.ContextCompat;

import java.io.File;
import java.util.Random;
import java.util.concurrent.ExecutionException;
import java.util.concurrent.TimeUnit;
import java.util.concurrent.TimeoutException;

import static android.Manifest.permission.RECORD_AUDIO;
import static android.Manifest.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    private Chronometer chronometer;
    private boolean running; // is the chronometer running.
    private EditText ipInput, portInput;
    Button buttonStart, buttonStop;
    MediaRecorder mediaRecorder;
    WavRecorder wavRecorder;
    Random random;
    MsgSender MsgSender;
    StringObj str;
    private SocketInfo socketInfo = new SocketInfo("", -1);
    private boolean isValidIP = false;
```

```
    public static final int RequestPermissionCode = 1;

    /**
     * the 'run' function.
     */
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        buttonStart = findViewById(R.id.btnRecord);
        buttonStop = findViewById(R.id.btnStop);
        chronometer = findViewById(R.id.chronometer);
        ipInput = findViewById(R.id.ipInput);
        portInput = findViewById(R.id.portInput);

        random = new Random();

        ipInput.setOnEditorActionListener(editorActionListener);
        portInput.setOnEditorActionListener(editorActionListener);

        buttonStart.setEnabled(false);
        buttonStop.setEnabled(false);

        buttonStart.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View view) {
                if (checkPermission()) {
                    MediaRecorderReady();

                    wavRecorder.startRecording();
                    buttonStart.setEnabled(false);
                    buttonStop.setEnabled(true);
                    startChronometer(view);

                    Toast.makeText(MainActivity.this, "Recording
started",
                            Toast.LENGTH_LONG).show();
                } else {
                    requestPermission();
                }
            }
        });

        buttonStop.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View view) {
                wavRecorder.stopRecording();
```

```
                buttonStop.setEnabled(false);
                buttonStart.setEnabled(true);
                pauseChronometer(view);
                Toast.makeText(MainActivity.this, "Recording
Completed",
                        Toast.LENGTH_LONG).show();

                send("file");
            }
        });
    }

    private TextView.OnEditorActionListener editorActionListener =
new TextView.OnEditorActionListener() {
        @Override
        public boolean onEditorAction(TextView v, int actionId,
KeyEvent event) {
            switch (actionId) {
                case EditorInfo.IME_ACTION_NEXT:
                    isIpValid();
                    break;
                case EditorInfo.IME_ACTION_DONE:
                    isPortValid();
                    break;
            }
            return false;
        }
    };

    /**
     *
     */
    public void MediaRecorderReady() {
        mediaRecorder = new MediaRecorder();
        mediaRecorder.setAudioSource(MediaRecorder.AudioSource.MIC);

        String outputFile =
Environment.getExternalStorageDirectory().getAbsolutePath() +
"/recording_.wav";
        if (getApplicationContext() != null &&

hasPermission(Manifest.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE,
getApplicationContext()) &&
                isExternalStorageWritable() &&
                isExternalStorageReadable() &&

hasSufficientFreeSpaceAvailable(getApplicationContext().getExternalF
ilesDir(Environment.DIRECTORY_MUSIC).getPath())) {
            outputFile = new
```

```
File(getApplicationContext().getExternalFilesDir(Environment.DIRECTO
RY_MUSIC), "recording_.wav").getPath();
        } else if
(hasSufficientFreeSpaceAvailable(getApplicationContext().getFilesDir
().getPath())) {
            outputFile = new
File(getApplicationContext().getExternalFilesDir(Environment.DIRECTO
RY_MUSIC), "recording_.wav").getPath();
        }
        wavRecorder = new WavRecorder(outputFile);
    }

    /**
     * requests permission from the user to access the phone storage
and record audio.
     */
    private void requestPermission() {
        ActivityCompat.requestPermissions(MainActivity.this, new
                String[]{WRITE_EXTERNAL_STORAGE, RECORD_AUDIO},
RequestPermissionCode);
    }

    /**
     * an android function as seen by the override, presents whether
the permission was granted
     * with the Toast prints.
     */
    @Override
    public void onRequestPermissionsResult(int requestCode,
                                           String permissions[],
int[] grantResults) {
        switch (requestCode) {
            case RequestPermissionCode:
                if (grantResults.length > 0) {
                    boolean StoragePermission = grantResults[0] ==
                            PackageManager.PERMISSION_GRANTED;
                    boolean RecordPermission = grantResults[1] ==
                            PackageManager.PERMISSION_GRANTED;

                    if (StoragePermission && RecordPermission) {
                        Toast.makeText(MainActivity.this,
"Permission Granted",
                                Toast.LENGTH_LONG).show();
                    } else {
                        Toast.makeText(MainActivity.this,
"Permission denied", Toast.LENGTH_LONG).show();
                    }
                }
                break;
```

```
        }
    }

    /**
     * @return if the access to the data is possible.
     */
    public static boolean isExternalStorageWritable() {
        String state = Environment.getExternalStorageState();
        return Environment.MEDIA_MOUNTED.equals(state);
    }

    /**
     * @return if the permission to record audio is granted.
     */
    public static boolean isExternalStorageReadable() {
        String state = Environment.getExternalStorageState();

        return Environment.MEDIA_MOUNTED.equals(state)
                ||
Environment.MEDIA_MOUNTED_READ_ONLY.equals(state);
    }

    /**
     * @return if we have permission to write to users calender
data.
     */
    public static boolean hasPermission(String permission, Context
context) {
        if (ContextCompat.checkSelfPermission(context,
Manifest.permission.WRITE_CALENDAR)
                != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
            return false;
        }
        return true;
    }

    /**
     * @return if we have enough free space to store our temporary
wav file.
     */
    public static boolean hasSufficientFreeSpaceAvailable(String
path) {
        StatFs stat = new StatFs(path);
        long bytesAvailable = (long) stat.getBlockSize() * (long)
stat.getBlockCount();
        long megAvailable = bytesAvailable / 1048576;
        if (megAvailable > 2) {
            return true;
        }
```

```
        return false;
    }

    /**
     * @return if we have permission to write to the data and record
audio.
     */
    public boolean checkPermission() {
        int result =
ContextCompat.checkSelfPermission(getApplicationContext(),
                WRITE_EXTERNAL_STORAGE);
        int result1 =
ContextCompat.checkSelfPermission(getApplicationContext(),
                RECORD_AUDIO);
        return result == PackageManager.PERMISSION_GRANTED &&
                result1 == PackageManager.PERMISSION_GRANTED;
    }

    /**
     * sends the message to the server followed by the bytes of the
wav file.
     *
     * @param val
     */
    public void send(String val) {
        String ans = val;
        str = new StringObj(ans);
        MsgSender = new MsgSender(str, socketInfo);
        try {
            MsgSender.execute(ans).get(10000,
TimeUnit.MILLISECONDS);
        } catch (ExecutionException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (TimeoutException e) {
            Toast.makeText(MainActivity.this, "something is wrong
with the network, " +
                            "try a different IP address or a
different port...",
                    Toast.LENGTH_LONG).show();
        }
        if (!str.getStr().equals("file")) {
            Toast.makeText(MainActivity.this, str.getStr(),
Toast.LENGTH_LONG).show();
        }
    }

    /**
```

```
     * start the chronometer, our 'stopwatch'
     */
    public void startChronometer(View v) {
        if (!running) {
            chronometer.setBase(SystemClock.elapsedRealtime());
            chronometer.start();
            running = true;
        }
    }

    /**
     * stops and resets the chronometer, our 'stopwatch'
     */
    public void pauseChronometer(View v) {
        if (running) {
            chronometer.setBase(SystemClock.elapsedRealtime());
            chronometer.stop();
            running = false;
        }
    }

    /**
     * checks if the input IP is valid.
     */
    public void isIpValid() {
        String ipText = ipInput.getText().toString();
        String[] ipNumbers = ipText.split("\\.");
        if (ipNumbers.length != 4) {
            Toast.makeText(MainActivity.this, "invalid ip",
Toast.LENGTH_LONG).show();
            return;
        }

        for (String s : ipNumbers) {
            try {
                int temp = Integer.parseInt(s);
                if (temp >= 256) {
                    Toast.makeText(MainActivity.this, "invalid ip ",
Toast.LENGTH_LONG).show();
                    return;
                }
            } catch (Exception e) {
                Toast.makeText(MainActivity.this, "invalid ip ",
Toast.LENGTH_LONG).show();
                return;
            }

        }
        Toast.makeText(MainActivity.this, "ip is valid",
```

```
                Toast.LENGTH_LONG).show();

        socketInfo.setIp(ipText);
        isValidIP = true;
        return;
    }

    /**
     * checks if the input Port is valid.
     */
    public void isPortValid() {
        if (!isValidIP) {
            Toast.makeText(MainActivity.this, "enter valid ip
first",
                    Toast.LENGTH_LONG).show();
            return;
        }
        try {
            int port =
Integer.parseInt(portInput.getText().toString());
            if (port > 65535) {
                Toast.makeText(MainActivity.this, "invalid port",
                        Toast.LENGTH_LONG).show();
                return;
            }
            Toast.makeText(MainActivity.this, "everything is ok,
connecting to the server",
                    Toast.LENGTH_LONG).show();
            socketInfo.setPort(port);
            portInput.setText("");
            ipInput.setText("");
            buttonStart.setEnabled(true);
            buttonStop.setEnabled(false);

        } catch (Exception e) {
            Toast.makeText(MainActivity.this, "invalid port",
                    Toast.LENGTH_LONG).show();
            return;
        }
    }


}
```

MsgSender.java

```
package com.example.projectapp;


import android.os.AsyncTask;
import android.os.Build;

import androidx.annotation.RequiresApi;

import java.io.BufferedReader;
import java.io.File;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.InputStreamReader;
import java.io.OutputStream;
import java.io.PrintWriter;
import java.net.Socket;
import java.nio.file.Files;

public class MsgSender extends AsyncTask<String, SocketInfo, Void> {
    Socket s;
    SocketInfo socketInfo;
    PrintWriter pw;
    InputStreamReader isr;
    BufferedReader bf;
    StringObj str;

    /**
     * constructor.
     */
    public MsgSender(StringObj string, SocketInfo sI) {
        this.str = string;
        this.socketInfo = sI;
    }

    /**
     * does the work for sending the information to the server and
splitting down the wav file.
     */
    @RequiresApi(api = Build.VERSION_CODES.O)
    @Override
    protected Void doInBackground(String... voids) {
        String message = voids[0];
        try {

            try {
                s = new Socket(socketInfo.getIp(),
socketInfo.getPort());
            } catch (Exception e) {
```

```
            }
            OutputStream output = s.getOutputStream();
            pw = new PrintWriter(output);


            if (str.getStr().startsWith("file")) {
                InputStream input = null;
                input = Files.newInputStream(new
File("/storage/emulated/0/Android/data/com.example.projectapp/files/
Music/recording_.wav").toPath());

                //send file
                pw.write(message);
                pw.flush();
                byte[] buffer = new byte[4096];

                for (
                        int bytesRead = input.read(buffer);
                        bytesRead != -1;
                        bytesRead = input.read(buffer)) {
                    output.write(buffer, 0, bytesRead);
                    output.flush();
                }
                pw.write("finish");
                pw.flush();
            }


            isr = new InputStreamReader(s.getInputStream());
            bf = new BufferedReader(isr);
            voids[0] = bf.readLine();

            this.str.setStr(voids[0]);

        } catch (IOException ioe) {
            ioe.printStackTrace();
        }
        return null;


    }


}
```

SocketInfo.java

```java
package com.example.projectapp;

public class SocketInfo {
    private String ip;
    private int port;

    public SocketInfo(String ip, int port) {
        this.ip = ip;
        this.port = port;
    }

    public String getIp() {
        return ip;
    }

    public void setIp(String ip) {
        this.ip = ip;
    }

    public int getPort() {
        return port;
    }

    public void setPort(int port) {
        this.port = port;
    }
}
```

WavRecorder.java

```
package com.example.projectapp;


import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.IOException;

import android.media.AudioFormat;
import android.media.AudioRecord;
import android.media.MediaRecorder;
import android.os.Environment;

public class WavRecorder {
    private static final int RECORDER_BPP = 16;
    private static final String AUDIO_RECORDER_FOLDER =
"AudioRecorder";
    private static final String AUDIO_RECORDER_TEMP_FILE =
"record_temp.raw";
    private static final int RECORDER_SAMPLERATE = 11025;
    private static final int RECORDER_CHANNELS =
AudioFormat.CHANNEL_IN_MONO;
    private static final int RECORDER_AUDIO_ENCODING =
AudioFormat.ENCODING_PCM_16BIT;
    short[] audioData;

    private AudioRecord recorder = null;
    private int bufferSize = 0;
    private Thread recordingThread = null;
    private boolean isRecording = false;
    int[] bufferData;
    int bytesRecorded;

    private String output;

    public WavRecorder(String path) {
        bufferSize =
AudioRecord.getMinBufferSize(RECORDER_SAMPLERATE,
                RECORDER_CHANNELS, RECORDER_AUDIO_ENCODING) * 3;

        audioData = new short[bufferSize]; // short array that pcm
data is put
        // into.
        output = path;

    }
```

```
    private String getFilename() {
        return (output);
    }

    private String getTempFilename() {
        String filepath =
Environment.getExternalStorageDirectory().getPath();
        File file = new File(filepath, AUDIO_RECORDER_FOLDER);

        if (!file.exists()) {
            file.mkdirs();
        }

        File tempFile = new File(filepath,
AUDIO_RECORDER_TEMP_FILE);

        if (tempFile.exists())
            tempFile.delete();

        return (file.getAbsolutePath() + "/" +
AUDIO_RECORDER_TEMP_FILE);
    }

    public void startRecording() {

        recorder = new AudioRecord(MediaRecorder.AudioSource.MIC,
                RECORDER_SAMPLERATE, RECORDER_CHANNELS,
                RECORDER_AUDIO_ENCODING, bufferSize);
        int i = recorder.getState();
        if (i == 1)
            recorder.startRecording();

        isRecording = true;

        recordingThread = new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                writeAudioDataToFile();
            }
        }, "AudioRecorder Thread");

        recordingThread.start();
    }

    private void writeAudioDataToFile() {
        byte data[] = new byte[bufferSize];
        String filename = getTempFilename();
        FileOutputStream os = null;
```

```
        try {
            os = new FileOutputStream(filename);
        } catch (FileNotFoundException e) {
            e.printStackTrace();
        }

        int read = 0;
        if (null != os) {
            while (isRecording) {
                read = recorder.read(data, 0, bufferSize);
                if (read > 0) {
                }

                if (AudioRecord.ERROR_INVALID_OPERATION != read) {
                    try {
                        os.write(data);
                    } catch (IOException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
            }

            try {
                os.close();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    public void stopRecording() {
        if (null != recorder) {
            isRecording = false;

            int i = recorder.getState();
            if (i == 1)
                recorder.stop();
            recorder.release();

            recorder = null;
            recordingThread = null;
        }

        copyWaveFile(getTempFilename(), getFilename());
        deleteTempFile();
    }

    private void deleteTempFile() {
        File file = new File(getTempFilename());
```

```
        file.delete();
    }

    private void copyWaveFile(String inFilename, String outFilename)
{
        FileInputStream in = null;
        FileOutputStream out = null;
        long totalAudioLen = 0;
        long totalDataLen = totalAudioLen + 36;
        long longSampleRate = RECORDER_SAMPLERATE;
        int channels = ((RECORDER_CHANNELS ==
AudioFormat.CHANNEL_IN_MONO) ? 1
                : 2);
        long byteRate = RECORDER_BPP * RECORDER_SAMPLERATE *
channels / 8;

        byte[] data = new byte[bufferSize];

        try {
            in = new FileInputStream(inFilename);
            out = new FileOutputStream(outFilename);
            totalAudioLen = in.getChannel().size();
            totalDataLen = totalAudioLen + 36;

            WriteWaveFileHeader(out, totalAudioLen, totalDataLen,
                    longSampleRate, channels, byteRate);

            while (in.read(data) != -1) {
                out.write(data);
            }

            in.close();
            out.close();
        } catch (FileNotFoundException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }

    private void WriteWaveFileHeader(FileOutputStream out, long
totalAudioLen,
                                     long totalDataLen, long
longSampleRate, int channels, long byteRate)
            throws IOException {
        byte[] header = new byte[44];

        header[0] = 'R'; // RIFF/WAVE header
        header[1] = 'I';
```

```
        header[2] = 'F';
        header[3] = 'F';
        header[4] = (byte) (totalDataLen & 0xff);
        header[5] = (byte) ((totalDataLen >> 8) & 0xff);
        header[6] = (byte) ((totalDataLen >> 16) & 0xff);
        header[7] = (byte) ((totalDataLen >> 24) & 0xff);
        header[8] = 'W';
        header[9] = 'A';
        header[10] = 'V';
        header[11] = 'E';
        header[12] = 'f'; // 'fmt ' chunk
        header[13] = 'm';
        header[14] = 't';
        header[15] = ' ';
        header[16] = 16; // 4 bytes: size of 'fmt ' chunk
        header[17] = 0;
        header[18] = 0;
        header[19] = 0;
        header[20] = 1; // format = 1
        header[21] = 0;
        header[22] = (byte) channels;
        header[23] = 0;
        header[24] = (byte) (longSampleRate & 0xff);
        header[25] = (byte) ((longSampleRate >> 8) & 0xff);
        header[26] = (byte) ((longSampleRate >> 16) & 0xff);
        header[27] = (byte) ((longSampleRate >> 24) & 0xff);
        header[28] = (byte) (byteRate & 0xff);
        header[29] = (byte) ((byteRate >> 8) & 0xff);
        header[30] = (byte) ((byteRate >> 16) & 0xff);
        header[31] = (byte) ((byteRate >> 24) & 0xff);
        header[32] = (byte) (((RECORDER_CHANNELS ==
AudioFormat.CHANNEL_IN_MONO) ? 1
                : 2) * 16 / 8); // block align
        header[33] = 0;
        header[34] = RECORDER_BPP; // bits per sample
        header[35] = 0;
        header[36] = 'd';
        header[37] = 'a';
        header[38] = 't';
        header[39] = 'a';
        header[40] = (byte) (totalAudioLen & 0xff);
        header[41] = (byte) ((totalAudioLen >> 8) & 0xff);
        header[42] = (byte) ((totalAudioLen >> 16) & 0xff);
        header[43] = (byte) ((totalAudioLen >> 24) & 0xff);

        out.write(header, 0, 44);
    }

}
```

StringObj.java

```java
package com.example.projectapp;

class StringObj {
    private String str;

    public StringObj(String string) {
        this.str = string;
    }

    public String getStr() {
        return str;
    }

    public void setStr(String string) {
        this.str = string;
    }
}
```

רפלקציה

- עבורי העבודה על הפרויקט הייתה מעשירה, מלחיצה, כיפית ומתסכלת מידי פעם. היא לקחה המון זמן ומאמץ. לנסות, לחפש, להיכשל ולהצליח מדי פעם כולם היו חלקים מרכזים בעבודה על הפרויקט.
- אני קיבלתי הרבה מהפרויקט, חוץ מהידע שלי על signal processing (שהוא נורא מוגבל חשוב להדגיש) והידע שלי בפייתון. הבנתי דברים חשובים על
  - תיעוד קוד
  - עבודה מסודרת ומתודית
  - חשיבות של תכנון עד הפרטים הכי קטנים ברמת שם משתנה.

  עבור עבודה חלקה ויעילה.
- הייתי לוקח את הכלים שלמדתי על תכנון, הן של זמנים והן של התוכנה עצמה. כלים שהם כלים במובן המוחשי שעוזרים לך לייעל את העבודה כמו סביבת עבודה מותאמת אישית לדוגמא, הם דברים חשובים מאוד עבורי והם כן עזרו לי בעבודה.
- הקשיים שהתמודדתי איתם במהלך העבודה היו רמת החומר שאיתו הייתי צריך לעבוד, בלי יותר מדי ידע מקדים. גודל הפרויקט, חוסר מידע באינטרנט על נושאים מסוימים, לחץ לסיים בידיעה שיש לי פרויקט קשה וזמן מוגבל. שגרמו לי לפעול בצורה לא נכונה, ולהתרכז בדרכים הנכונים.
- המסקנות שלי מהפרויקט הם שתכנון הוא דבר חשוב מאוד, לבדוק יותר טוב מה אתה הולך לעשות לפני שאתה קופץ לעשות אותו, לבדוק אם זה באמת מה שאתה צריך ורוצה לעשות.
- אם הייתי מתחיל היום, קודם כל הייתי מתכנן מה אני צריך לעשות, טוב יותר. הייתי מבין עד רמת המימוש כל פרט ופרט של מה שאני צריך לעשות ולא פשוט לקפוץ פנימה ולנסות לכתוב קוד כמה שיותר מהר. הייתי מתכנן את המודלים, הפונקציות שלהם והמשתנים. לראות איך כל הפרויקט עובד כיחידה אחת ואז מתחיל לעבוד. בכנות, החלק הזה לא היה לוקח לי יותר מחודשיים-שלושה, כתיבת הקוד הייתה יכולה לקחת לי משהו כמו שבוע. תכנון ראשוני הוא דבר חשוב מאוד, אני מצטער ללמוד את זה בסוף הפרויקט ושמח שלמדתי את זה בכלל (better late than never).
- אני חושב שאם העבודה הייתה יותר יעילה עבורי הייתי מצליח לספק מוצר טוב יותר, שלם יותר ומרשים יותר...
- שאלת חקר עצמי היא: האם היה עדיף לי ללכת בכיוון של למידת מכונה ובינה מלאכותית (כי אני מניח שככה האלגוריתם שלהם עובד היום..)

ביבליוגרפיה

המאמר הכי חשוב של הפרויקט הזה הוא המאמר הזה:

http://coding-geek.com/how-shazam-works/

עקבתי אחרי ההוראות שלו עד לפרט האחרון. אחרי שראיתי את הכלליות של המאמר האקדמאי ידעתי שלא אוכל להצליח לעקוב ולממש את הכתוב שם. לעומת זאת המאמר הזה היא ברור, מפורט, מובן ונוח לעבוד לפיו. בלעדיו לא הייתי מצליח.

מאמר אקדמאי:

https://www.ee.columbia.edu/~dpwe/papers/Wang03-shazam.pdf

MongoDB:

https://www.w3schools.com/python/python_mongodb_getstarted.asp

https://www.geeksforgeeks.org/guide-install-mongodb-python-windows/

fft:

https://www.youtube.com/watch?v=mkGsMWi_j4Q

https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.fft.fft.html

https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.fft.fftfreq.html#numpy.fft.fftfreq

hamming window function:

https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.hamming.html

low pass filter:

https://medium.com/analytics-vidhya/how-to-filter-noise-with-a-low-pass-filter-python-885223e5e9b7

זה נראה שלא השתמשתי בהרבה מידע.. **ההפך הוא הנכון** אני בטוח שבזמן העבודה על הפרויקט נכנסתי וקראתי ממאות מקורות מידע שמהם אולי היה מספיק רק שורה אחת או שהם לא הועילו לי. כמו כן התחלתי לשמור את המקורות מידע שהשתמשתי בהם יחסית מאוחר לתוך העבודה לפרוייקט..

נספחים

קישורים ל GitHub repositories

קישורים ל GitHub repositories של קבצי הפייתון והאנדרואיד:

https://github.com/guyvandam/PythonProjectFinal

https://github.com/guyvandam/ProjectApp

תוצאות הבדיקה

במאגר הנתונים שלי יש 6 שירים. כמובן שבנית את הפרויקט שלי בצורה שניתנת להרחבה.. השירים הם:

Treasure by Bruno Mars – Id 1
https://www.youtube.com/watch?v=nPvuNsRccVw
Adventure of a lifetime by Coldplay – Id 2
https://www.youtube.com/watch?v=nJtK14ffgEM
Hymn for the weekend by Coldplay – Id 3
https://www.youtube.com/watch?v=g8xIoipyjzo
Darlin' by the beach boys – Id 4
https://www.youtube.com/watch?v=-uAK0Ws6TwY
Animals by Maroon 5 – Id 5
https://www.youtube.com/watch?v=7BJ3ZXpserc
See you again by Wiz Kahlifa – Id 6
https://www.youtube.com/watch?v=RgKAFK5djSk

נבדוק קטעים של 10 שניות עבור כל שיר, מהתחלתו עד סופו.

- 1 = הצלחה.
- 0.5 = לא נמצאה תשובה && max{songIdNumOfKeysTable} נכון.
- 0 = לא נמצאה תשובה.
- -0.5 = תשובה לא נכונה && max{songIdNumOfKeysTable} נכון.
- -1 = תשובה לא נכונה.

starting time of the recording in the song (seconds)	Treasure	adventure of a lifetime	Hymn for the weekend	Darlin'	Animals	See you again
0	1	1	1	0	0.5	-1
10	1	1	1	0.5	0.5	1
20	0	1	1	0	0.5	1
30	1	0	1	0.5	0.5	1
40	1	0	0.5	0	0	-1
50	0	0	1	0	0.5	-1
60	1	0	1	0	0	1

70	1	0.5	1	0	1	1
80	1	0.5	0.5	0	0.5	-0.5
90	0	1	0.5	0.5	-1	1
100	0	1	1	0.5	0	1
110	1	-1	0	0.5	0	1
120	1	1	-0.5	-1	1	-1
130	-1	0	0		-1	-1
140	-1	1	0.5		0	-1
150	-1	1	1		-1	1
160	0	1	1		0	1
170		0.5	1		0	1
180		0	1		0	1
190		1	0.5		0	1
200		1	1		0.5	0
210		1	1		0	-1
220		0			0	-0.5
230		1				
240		0				
250		1				
Average	0.352941	0.557692	0.727273	0.115385	0.108696	0.217391

אנחנו רואים תוצאות די גרועות עבור שירים 4 ו- 5. אנחנו רואים ששיר 4 קצר מאוד ביחס לאחרים, כמו כן, אני חושב שהבעיה הייתה בקריאת קובץ ה wav מהלקוח. פתרון יעיל היה לעשות את החישובים אצל הלקוח, כלומר ליצור את טביעת האצבע אצל הלקוח ולשלוח את המידע אל השרת, ככה נעביר פחות מידע ולא תהיה לנו בעיה של העברת וסגירת קבצים. בעיה שהייתה יכול לצוץ מפתרון זה, המימושים השונים של ה FFT עבור השפות השונות..

Creating a new Database

```
if __name__ == '__main__':
    songIdSongInfoDict = {'1': 'Treasure by Bruno Mars',
                          '2': 'Adventure of a lifetime by Coldplay',
                          '3': 'Hymn for the weekend by Coldplay',
                          '4': "darlin' by the Beach boys",
                          '5': 'Animals by Maroon 5',
                          '6': 'see you again by Wiz Khalifa'}

    songIdPath = {'1': r"C:\PythonProject2\DatabaseSongs\BrunoMarsTreasure.wav",
                  '2': r"C:\PythonProject2\DatabaseSongs\ColdplayAdventureOfALifetime.wav",
                  '3': r"C:\PythonProject2\DatabaseSongs\ColdplayHymnForTheWeekend.wav",
                  '4': r"C:\PythonProject2\DatabaseSongs\Darlin.wav",
                  '5': r"C:\PythonProject2\DatabaseSongs\Maroon5Animals.wav",
                  '6': r"C:\PythonProject2\DatabaseSongs\WizKhalifaSeeYouAgain.wav"}

    db = FingerprintDatabase()
    db.createNewDatabase()
    db.loadMany(songIdPath, songIdSongInfoDict)
```

יומן שיקוף

Process Explorer : 06.10.2019

למדתי על משתנים לוקאלים, לדוגמא על כך שאם אני יוצר משתנה לוקאלי במופע אחד למופע האחר אין גישה אליו, הוא יוצר משתנה לוקאלי שונה לגמרי.

למדתי שאי אפשר למחוק קובצים מסוימים אלא אם כן ה handle שלהם מושמדים.

לא כ"כ הבנתי את המסך של הenvironment, מה זה handle ומה עוזר לי מסך ה strings.

לסיכום למדתי דברים מעניינים על המחשב, על Process Explorer, ועל מערכת ההפעלה windows.

Thread synchronization : 06.12.2019

למדתי על קטע קריטי – הקטע שבו התהילכון רוצה לגשת אל משתנה בזיכרון ולקרוא או לכתוב לו. מנעולים נועדו כדי לפתור את הבעיה שנוצרת אם שני תהליכונים נכנסים לקטע הקריטי באותו הזמן, המנעולים עושים זאת בכך שהם נותנים רק לתהליכון אחד להגיע לקטע הקריטי, לקבל גישה למשתנה, רק לתהליכון שלו יש את "המפתח" למנעול.
למדתי על מצב של קיפאון – מצב שבו הקוד לא מתקדם בגלל שלאף תהליכון אין הרשאה להמשיך או הקוד מתוכנן כך שנוצר קיפאון בכל התהליכונים.
לא הבנתי את הקטע של ה mutex ואת סמפור.

WinAPI : 06.12.2019

winapi מגדיר את כל הפעולות של windows מה הם עושות, איך לקרוא ולהשתמש בהם.
COM – פונקציות של windows שניתנות להרצה ע"י כל שפת תכנות.
לא הבנתי מה ה Mutex עושה ואת ההפעלה שלו עפ המצגת.

17.01.2019 מצב הפרויקט

- הגשתי מסמך איפיון.
- התחלתי לעבוד על הקלטת קול דרך אנדרואיד.

24.01.2020 נספחים

- http://greenteapress.com/thinkdsp/thinkdsp.pdf - ספר שמסביר על signal processing עם פייטון.

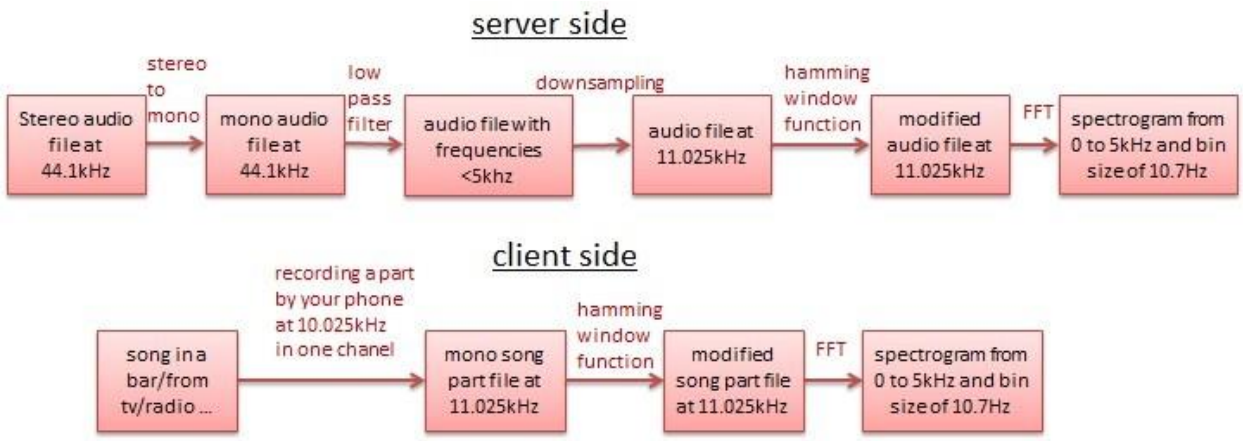
ואני ואלי עבדנו על "להתקין" את הספריות של thinkdsp_בסוף הצלחנו. יש בספריות האלה כלים שיכולים לעזור לי להבין על signal processing ואולי אוכל למשמש חלק מהם בעצמי. קראתי גם על DFT ואני מתחיל להיות בקיא בכל המונחים והדרכים לקליטת אות והעיבוד שלה.

01.03.2020 עדכון

המשכתי לכיוון של ה matching algorithms לקחתי את הדוגמא של המסמך, יצרתי target zones, anchor pointes ו- addresses.
גם הצלחתי ליצור spectrogram של קובץ.

24.03.2020 עדכון

עכשיו עובד על העניין של ה sectrogram עובד על החלק הזה:
החלק של צד השרת.



עדכון 02.04.2020

בניתי כמה פונקציות הדגמה, כולל פונקציית הדגמה עבור ה lowpassFilter מעכשיו אני שם את כל פונקציות ה signalProcessing בקובץ אחד, ומשם אקרא לפונקציות שאצטרך. הוספתי פונקציה שעושה fft ומחזירה את התוצאות. השתמשתי בקבצים הבאים:

https://docs.scipy.org/doc/numpy/reference/generated/numpy.fft.fftfreq.html#numpy.fft.fftfreq

https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.fft.fft.html

עדכון 10.04.2020

פונקציה שמחלקת את ה bins של ה fft לbands מוצאת את המקס. בהמשך ל spectrogram filtering

עדכון 11.04.2020

חילקתי לפונקציות שעושות דבר אחד כל אחת, הוספתי הערות. לא הספקתי יותר מדי, ישבתי איזה חצי שעה... אבל בכל זאת התקדמתי.

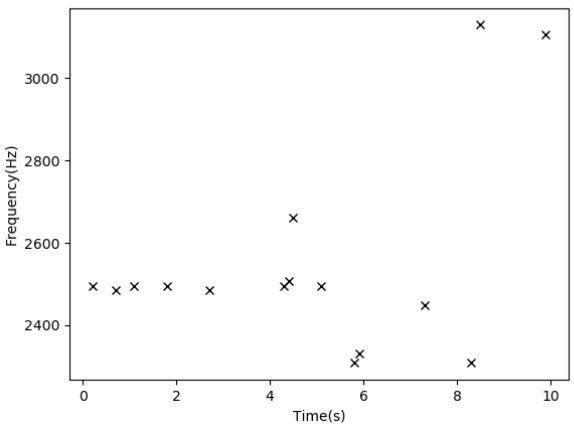
13.04.2020

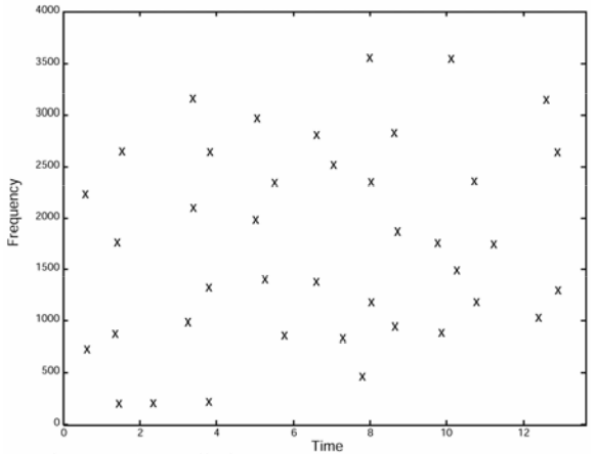
סיימתי את ה filtered spectrogram החישוב לקח הרבה זמן והסתבכתי קצת עם הקטע של היחידות, ראיתי סרטון ביוטיוב שמסביר על ה FFT ועכשיו יש לי יותר הבנה לגבי היחידות של הצירים ושל מה הפונקציות עושות.

https://www.youtube.com/watch?v=mkGsMWi_j4Q

14.04.2020

המשכתי מאיפה שהפסקתי אתמול, עכשיו אני מודע לערכים של ה spectrogram סידרתי את זה כך שהפונקציה באמת פולטת spectrogram נכון. אני עדיין לא מרוצה מהתוצאות. קיבלתי נקודות צמודות אחת לשנייה לעומת נקודות פרוסות בדוגמא של המאמר שלי.
החישוב עדיין לוקח לא מעט זמן...





עדכון 15.04.2020

עשיתי עוד קצת בדיקות, חיפשתי דרכים לחשב את ה spectrogram גם שאוכל לבדוק ולשנות דברים יותר מהר וגם בגלל שאנחנו רוצים שהתכונה תעבוד מהר. מצאתי כמה דרכים, להשתמש בתוכנות מובנות, ליצור משתנים לוקאלים וכו...
סידרתי את הקוד, המעטתי בשורות ובסיבוכים.

עדכון 16.04.2020

שמתי לב לדבר נורא בקוד שלי, הרצתי את getNthBin פעמיים עבור כל נקודה, סתם העברתי משתנים (binSize), ושמרתי את ה dictionary שלי עם מפתחות של tuple בלי סיבה. שיניתי את זה היום, יצרתי משתנה RANGE במקום לחשב כל פעם מחדש באיזה band הנקודה נמצאת. בקיצור פעלתי בצורה מטומטמת לפני והקוד שלי היא פשוט לא טוב. עכשיו הקוד הרבה[, הרבה] יותר מהר, הוא נקי, מסודר וקריא יותר.

קטע סאונד של דקה היה לוקח לי משהו כמו דקה וחצי לחשב, עכשיו 3-4 שניות. [!!!!!!]

העמוד הזה עזר לי, ממשתי פונקציה דומה ל getIndex

https://www.toptal.com/algorithms/shazam-it-music-processing-fingerprinting-and-recognition

עדכון 18.04.2020

המשכתי הלאה מה signal processing לכיוון ה database שיניתי כמה דברים שעשיתי לפני, יש לי כבר את רוב הקוד כתוב מהפעם האחרונה שהתעסקתי בחלק הזה. אני צריך להחליט עכשיו על המבנה של החלק הזה מבחינת עצמים, האם אני רוצה הרבה פונקציות סטטיות או של אובקייטים, מה הם האובקייטים בכלל? בינתיים

אני עם אובייקטים: song, recording, database

עדכון 19.04.2020

התקדמות לא רעה היום.. כמעט סיימתי את השלב של ה time coherency אמור לקחת לי כמה דקות לסיים. [עדכון לעדכון: עכשיו סיימתי את זה פחדתי שלא אסיים את זה היום, אז כתבתי את היומן שיקוף.] עכשיו נשאר רק להריץ ולבדוק שהכל עובד.
צריך עוד ליצור פונקציה שטוענת השירים ל database אולי אתחיל ללמוד sql בקרוב.
עד סוף השבוע אני מצפה שיהיה לי database (חלקי אפילו) ב sql ואוכל להתחיל לעשות בדיקות ולראות איזשהו מוצר גמור.

עדכון 24.04.2020

עד עכשיו עבדתי על sql, התקנתי והתחלתי לשחק עם התוכנה, הבנתי ש SQL יסבך לי את הקוד וניסיתי לעבור למשהו אחר, מצאתי את mongoDB שנראה מבטיח נכון לעכשיו, אמשיך לעבוד איתו בימים הקרובים...
הבנתי שטבלאות של SQL לא נותנות לי שימוש. ההפך הם רק מקשות ומסבכות את מבנה הנתונים.

עדכון 25.04.2020

MongoDB עובד!! (בערך). מה שכתבתי ב GitHub:

added the whole part for the memory database. now my database is saved with monogDB. I have 2 dictioneris right now, the address - list of couple dictionary and the songId - addressCoupleDict dictionary.
for now, it works good, instead of using 3 decimal points, I multiply all the values by 1000, it’s not ideal but due to the fact that mongoDB keys can’t contain any point characters, it’s the best solution for now.

עדכון 26.04.2020

checked the code today, it didn’t work. I started working with the built-in spectrogram functions of matplotlib and scipy, matplot worked best. I recon I have 2 problems with the code, the spectrogram peak finding and the fact that I’m not going to get the same exact value with recordings and songs, so I'll have to start working with epsilons. I have 3 methods for the peak finding, and I'll experiment with them in the coming days.

עדכון 29.04.2020

added 2 functions for filtering the peak points to stop bands of the same frequency, it worked to an extent. also added a function to filter the spectrogram points using regions (סביבות), this method is 1-4 seconds slower than before (depending on the configuration)