



University of Tehran

School of Electrical and Computer Engineering



MACHINE LEARNING

Supplementary Project Report

Sasan Keshavarz

810199253

Summer 2022

فهرست

۳ مقدمه
۳ استخراج ویژگی
۴ MFCC
۴ RMS
۵ ویژگی های تبدیل موجک
۷
۷ طبقه بندی :
۷ طبقه بندی با ویژگی های تبدیل موجک
۹ librosa های طبقه بندی با ویژگی

مقدمه

هدف نهایی این پروژه طبقه بندی سیگنالهای EEG بر اساس این است که سوژه تصویر پیانو را مشاهده کرده است یا تصویر انسان. مراحل مربوط به پیش پردازش و رفع نویز داده EEG از قبل انجام شده است و به اصطلاح داده تمیزسازی شده را استفاده کردیم. ۷س مستقیماً به سراغ مرحله استخراج ویژگی از سیگنال میرویم و سپس روشهای مختلف طبقه بندی را بر آن اعمال میکنیم. چون خواسته شده بود که نمودار دقت طبقه بند بر اساس زمان ترسیم شود. داده را به بازه های زمانی تقسیم کردیم. داده مربوط به هر تحریک یک ماتریس $90 \times 126 \times 3500$ بود. پس داده های زمانی را به 140×25 تبدیل کردیم و داده ای که برای آموزش مدل و تست افتاده کردیم ابعاد $90 \times 126 \times 140 \times 25$ داشت. لازم به ذکر است که داده های ورودی مربوط به هر دو کلاس را در یک ماتریس ادغام کرده ایم.

```
z=np.zeros((90,126,140,25))
for i in range(90):
    for j in range(126):
        for k in range(140):
            z[i,j,k,0:25]=X[i,j,k*25:25*(k+1)]
```

برای برچسب ها هم به همین تبع یک بردار ۹۰ تایی ساختیم که ۴۵ تا اول آن مربوط به کلاس اول و ۴۵ تا دوم مربوط به کلاس دوم بود.

استخراج ویژگی

هر سیگنال EEG شامل ویژگی های بسیاری است. در نتیجه، باید مشخصه هایی را استخراج کرد که در تشخیص تصویر دیده شده مفید باشند. فرآیند استخراج ویژگی برای استفاده از آن ها در تحلیل ها، استخراج ویژگی نامیده می شود. اکنون برخی از ویژگی های سیگنال های EEG همراه با جزئیات مورد بررسی قرار می گیرد. در این مرحله سیگنال به یک نمایش مختصر اما منطقی که متمایزتر و قابل اعتمادتر از سیگنال واقعی است تبدیل می شوند.

پس از انتخاب ویژگی های مورد نظر با قطعه کد زیر از داده ویژگی هارا استخراج میکنیم. گزینه های زیادی برای ویژگی میتوان در نظر گرفت که در این پروژه ما با آزمون و خطا به این نتیجه رسیدیم که ویژگی ها تبدیل کوچک و بعضی از ویژگی های کتابخانه librosa بهترین هستند. ویژگی ها `mel` `zerp crossing rate`

spectrogram و تعدادی از ویژگی های spectral مربوط به ای کتابخانه را هم امتحان کردیم که بهترین جواب مربوط به ویژگی های mfcc بود و rms. پس از همین دو استفاده کردیم.

MFCC

Mel frequency cepstral coefficients از یک سیگنال، مجموعه ای کوچک از ویژگی ها (معمولاً

حدود ۱۰ الی ۲۰) است که به طور خلاصه شکل کلی یک طیف را توصیف می کند. MFCC ها با تبدیل کسینوس گسسته (DCT) به یک طیف نگار مِلفرکانس محاسبه می شوند. این ویژگی مشخصه های صدای انسانی را مدل می کند. ضرایب مغزی فرکانس مل، نمایش های فشرده ای از طیف هستند که معمولاً برای شناسایی خودکار گفتار استفاده می شوند و همچنین به عنوان یک ویژگی اصلی در بسیاری از زمینه های تحقیقاتی که شامل سیگنال های صوتی می شود، استفاده می شود. همچنین می توان مقیاس دهی ویژگی ها را به گونه ای انجام داد که هر «بعد ضریب (coefficient dimension)» دارای میانگین صفر و واریانس واحد باشد.

می توان آن را با نگاشت سیگنال تبدیل فوریه بر روی مقیاس mel با استفاده از پنجره های مثلثی یا کسینوسی به دست آورد. جایی که پس از گرفتن لاگ توان ها در هر یک از فرکانس های Mel و پس از تبدیل کسینوس گسسته توان های مل log دامنه یک طیف را می دهد. لیست دامنه MFCC است.

RMS

مقدار (Root-Mean-Square) همان مقدار مؤثر شکل موج کل است. این برابر با سطح سیگنال DC است که همان توان متوسط سیگنال دوره ای را ارائه می دهد. چون مربوط به ریشه میانگین مربعات است پس با RMS بالاتر به طور کلی به صدای قوی تر است. که برای تشخیص صدای مردان و همچنین تشخیص عاطفه عصبانیت میتواند مفید باشد.

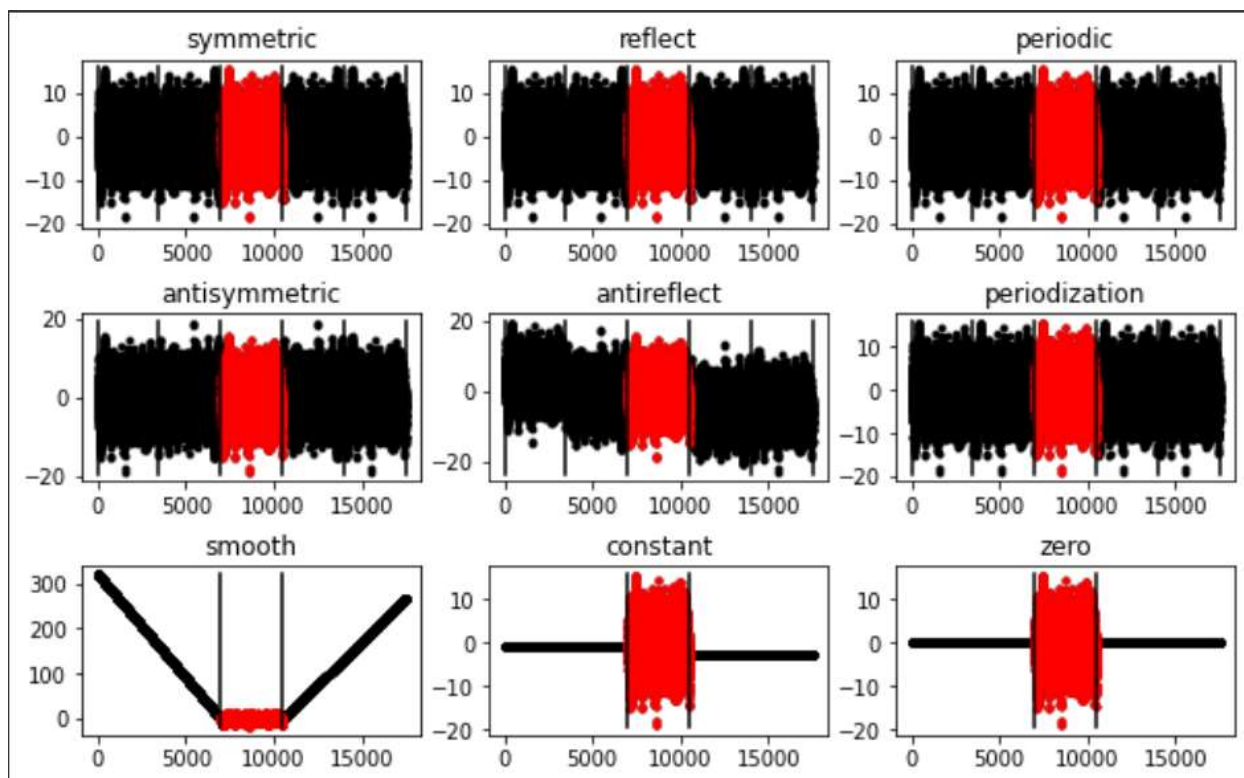
این اندازه گیری عمده یک اندازه گیری آهسته است که میانگین قله ها و پایین ترین زمان ها را برای انعکاس بلندی درک شده را نشان می دهد. RMS معیار تقریبی روشی است که گوش شما سطوح صدا را درک می کند. مثلاً گوش شما معمولاً قله های تیز را به اندازه واقعی بلند نمی بیند.

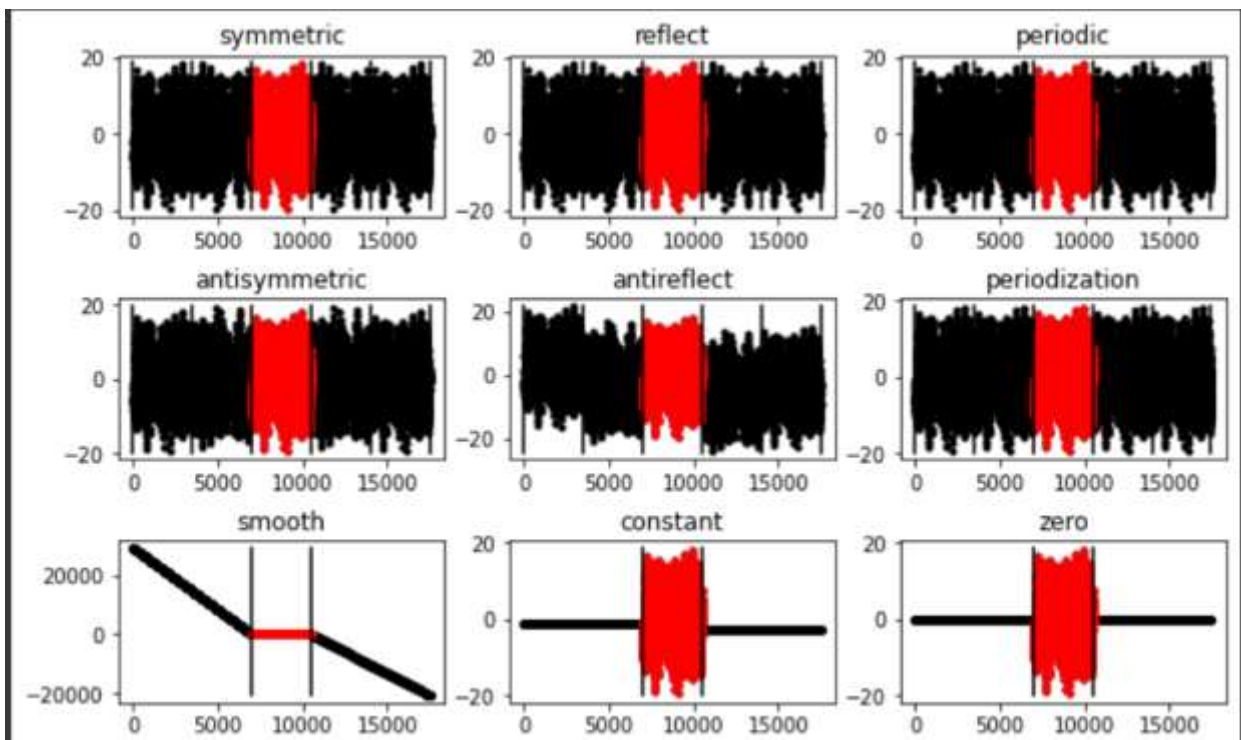
ویژگی های تبدیل موجک

این دسته از ویژگی ها تنوع زیادی دارند و برای اینکه دریابیم کدام دسته برای استخراج ویژگی از سیگنال EEG مناسبتر است از مقالات این زمینه نفکیک این سیگنال در حالت تسک بصری استفاده کردیم. متوجه شدیم بهترین انتخاب db4 است که daubechies با پازامتر ۴ است. سپس برای اینکه بفهمیم کدام مد این تبدیل موجک بهتر است برای تمامی مدها آن را امتحان کردیم. به این منظور از کد زیر استفاده کردیم.

```
b1=X[10,59,:]  
from pywt._doc_utils import boundary_mode_subplot  
from matplotlib import pyplot as plt  
fig, axes = plt.subplots(3, 3, figsize=(10, 6))  
plt.subplots_adjust(hspace=0.5)  
axes = axes.ravel()  
boundary_mode_subplot(b1, 'symmetric', axes[0], symw=False)  
boundary_mode_subplot(b1, 'reflect', axes[1], symw=True)  
boundary_mode_subplot(b1, 'periodic', axes[2], symw=False)  
boundary_mode_subplot(b1, 'antisymmetric', axes[3], symw=False)  
boundary_mode_subplot(b1, 'antireflect', axes[4], symw=True)  
boundary_mode_subplot(b1, 'periodization', axes[5], symw=False)  
boundary_mode_subplot(b1, 'smooth', axes[6], symw=False)  
boundary_mode_subplot(b1, 'constant', axes[7], symw=False)  
boundary_mode_subplot(b1, 'zero', axes[8], symw=False)
```

طبق نمودارهای ترسیم شده بهترین مد برای استفاده در طبقه بندی، مد smooth است.





طبقه بندی :

برای انجام طبقه بندی از دو دسته ویژگی استخراج شده استفاده کردیم. یک بار مدلها را بر اساس ویژگی تبدیل موجک آموزش دادیم و ارزیابی کردیم و بار دیگر با استفاده از ویژگی های کتابخانه llibrosa.

طبقه بندی با ویژگی های تبدیل موجک

در دستور عمل پروژه خواسته شده که داده را به داده آموزش، تست و ارزیابی تقسیم کنیم. این کار با کد زیر انجام شد. در اینجا یک تابع `evaluate_model` نوشتیم. برای ارزیابی از روش `kfold` استفاده کردیم و برای اینکه نظم داده های ورودی به هم بریزد پارامتر `shuffle` را `true` کردیم. `n_splits` را هم ۵ قرار دادیم.

```

from numpy import mean
from numpy import std
from sklearn.datasets import make_classification
from sklearn.model_selection import KFold
from sklearn.model_selection import cross_val_score

# evaluate a give model using cross-validation
def evaluate_model(model, x, y):
    cv = KFold(n_splits=5, random_state=1, shuffle=True)
    scores = cross_val_score(model, x, y, scoring='accuracy', cv=cv, n_jobs=-1)
    print('Accuracy: %.3f (%.3f)' % (mean(scores), std(scores)))
    return scores

```

سپس این تابع و ویژگی های استخراج شده را بر روی مدل های مختلف پیاده سازی کردیم.

```

print(evaluate_model(GaussianNB(), fwt, Y))
print(evaluate_model(LogisticRegression(), fwt, Y))
print(evaluate_model(MLPClassifier(random_state=0, hidden_layer_sizes=(50,)), max_iter=1000, fwt, Y))
print(evaluate_model(KNeighborsClassifier(n_neighbors=3), fwt, Y))
print(evaluate_model(DecisionTreeClassifier(random_state=0), fwt, Y))
print(evaluate_model(SVC(), fwt, Y))

```

از مدل های Gaussian Naive Bayes، logistic regression، Multilayer perceptron، k- nearest neighbors، Decision Tree و Support Vector برای طبقه بندی استفاده کردیم. مدل طراحی شده برای شبکه های عصبی mlp دارای سائز لایه پنهان ۵۰ است و حداکثر تعداد رو ی ۱۰۰۰ تنظیم شده است. برای روش نزدیک ترین همسایگی هم پارامتر K را ۳ در نظر گرفتیم. خروجی دقت مدل ها در جدول زیر نمایش داده شده است.

همانطور که در جدول زیر نمایش داده شده است ، مدل Gaussian Naive Bayes بر روی دسته ویژگی های تبدیل مویک دارای عملکرد بهتری نسبت به سایر مدل ها دارا است. بدترین عملکرد مربوط به طبقه بند MLP بوده است.

Model	Accuracy
Gaussian Naive Bayes	0.711
logistic regression	0.622

Multilayer perceptron	0.467
k-nearest neighbors	0.667
Decision Tree	0.678
Support Vector	0.633

طبقه بندی با ویژگی های librosa

ویژگی های این سقمت با کد زیر استخراج شدند.

```
f=np.zeros((90,126,140,10))
import librosa
for i in range(90):
    for j in range(126):
        for k in range(140):
            b=z[i,j,k,:]
            #f[i,j,k,1]=librosa.feature.rms(b,hop_length=26)
            a=librosa.feature.mfcc(y=b, sr=500, n_mfcc=10).T
            f[i,j,k,:]=a
```

سپس با دستور زیر عملکرد مدل روی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

```
print(evaluate_model(GaussianNB(), f, Y))
print(evaluate_model(LogisticRegression(), f, Y))
print(evaluate_model(MLPClassifier(random_state=0, hidden_layer_sizes=(50,), max_iter=1000), f, Y))
print(evaluate_model(KNeighborsClassifier(n_neighbors=3), f, Y))
print(evaluate_model(DecisionTreeClassifier(random_state=0), f, Y))
print(evaluate_model(SVC(), f, Y))
```

علت ناقص بودن گزارش این است که قرار بود ارور مربوط به استخراج ویژگی های librosa رفع گردد و نمودارهای مربوط به دقت زمانی گزارش شود. که متأسفانه در کمال ناباوری همگروهی بنده کد این بخش را در اختیارم قرار نداد. برای همین این کد ناقص و گزارش ناقص را اپلود کردم.