



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

گزارش پروژه هوش محاسباتی

آرشام لولوهری

۹۹۱۰۲۱۵۶

ویژگی های محاسبه شده آماری:

- Variance
- Amplitude Histogram (50 bins)
- AR coefficients (order 10)
- Form Factor
- Pearson Correlation between channels

منظور از Pearson Correlation رابطه زیر است، که برخلاف رابطه اسلایدها، در مخرج آن واریانس داده دو کانال قرار میگیرد:

$$\rho(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{a,i} - \bar{X}_a)(Y_{b,i} - \bar{Y}_b)}{\left\{ \sum_{i=1}^n (X_{a,i} - \bar{X}_a)^2 \sum_{j=1}^n (Y_{b,j} - \bar{Y}_b)^2 \right\}^{1/2}}$$

ویژگی های محاسبه شده فرکانسی:

- Maximum Frequency
- Mean Frequency
- Median Frequency
- Bandpower

ویژگی Bandpower در هر پنج باند فرکانسی مهم داده EEG جداگانه محاسبه شده است:

Brainwave Type	Frequency Range (Hz)	State of the brain
Delta (δ)	0.1Hz to 3Hz	Deep, dreamless sleep, non-REM sleep, unconscious
Theta (θ)	4Hz to 7Hz	Intuitive, creative, recall, fantasy, imaginary, dream
Alpha (α)	8Hz to 12Hz	Relaxed, but not drowsy, tranquil, conscious
Low-range Beta (β)	12Hz to 15Hz	Formerly SMR, relaxed yet focused, integrated
Mid-range Beta (β)	16Hz to 20Hz	Thinking, aware of self & surroundings
High-range Beta (β)	21Hz to 30Hz	Alertness, agitation
Gamma (γ)	30Hz to 100+Hz	Motor Functions, higher mental activity

استخراج ویژگی برای بازه زمانی ای از آزمایشها صورت گرفت که تصویر برای شخص نمایش داده شده (یعنی ۴ ثانیه انتهایی).

این ویژگی ها برای تمام کانالها محاسبه شدند، بطور جداگانه نرمالیزه شدند بطوریکه مقدار تمام ویژگیها به بازه [0,1] مپ شود، و سپس معیار فیشر برای هریک از آنها و برای هر کانال (و برای ویژگی هایی که ابعاد دیگری نیز داشتند، به ازای هر bin / هر ضریب AR / هر جفت کانال در کورلیشن / هر باند فرکانسی در bandpower) حساب شد:

$$J = \frac{|S_b|}{|S_w|} = \frac{|\mu_0 - \mu_1|^2 + |\mu_0 - \mu_2|^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

سپس از بین تمام مقادیر فیشر برای این ویژگی ها، ۳۰ مورد برتر (با بیشترین مقدار فیشر) از ویژگی های آماری و ۳۰ مورد برتر از ویژگی های فرکانسی انتخاب شدند که شامل ویژگیهای زیر هستند:

• ویژگی های آماری:

○ **Amplitude Histogram** (مجموعاً ۱۸ ویژگی از روی کانالها و دسته های مختلف،

مشخص شده در داده های slct_ampHist_chans و slct_ampHist_bins)

○ **Pearson Correlation** (مجموعاً ۶ ویژگی از جفت کانالهای مختلف، مشخص شده در

داده های slct_corr_chan1, slct_corr_chan2)

○ **Form Factor** (مجموعاً ۶ ویژگی از کانالهای مختلف، مشخص شده در داده

slct_FF_chans)

• ویژگی های فرکانسی:

○ **Maximum Frequency** (مجموعاً ۲ ویژگی از روی کانالهای مختلف، مشخص شده

در داده `slct_maxfreq_chans`)

○ **Mean Frequency** (مجموعاً ۲ ویژگی از کانالهای مختلف، مشخص شده در داده

`slct_meanfreq_chans`)

○ **Med Frequency** (مجموعاً ۳ ویژگی از کانالهای مختلف، مشخص شده در داده

`slct_medfreq_chans`)

○ **Bandpower** (مجموعاً ۲۳ ویژگی از روی کانالها و باند فرکانسی های مختلف،

مشخص شده در داده های `slct_bp_chans` و `slct_bp_bands`)

این ۶۰ ویژگی روی داده تست نیز حساب شده اند و برای داده های آموزشی و تست، ماتریس ویژگی های `trainMat` و `testMat` را میسازند که در مراحل بعدی، آموزش و تست روی آنها انجام میشود.

شبکه MLP

• تابع مورد استفاده برای ساخت شبکه: **feedforwardnet**

• محدوده تغییرات تعداد لایه های پنهان: 1 تا 10

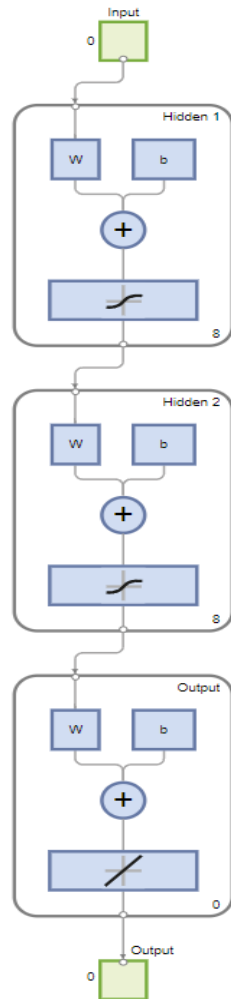
• محدوده تغییرات تعداد نوروں های هر لایه: 1 تا 8

• فایل لیبل های نهایی داده تست: **TestLabel_MLP.mat**

تابع فعالسازی **logistic** استفاده شده است $\left(\frac{1}{1+e^{-(net-\theta)}}\right)$. به ازای هر تعداد لایه و هر تعداد نوروں لایه

در محدوده بالا، ۴۴۰ آزمایش از کل ۵۵۰ آزمایش موجود بعنوان داده آموزشی و مابقی بعنوان داده تست

انتخاب میشود. طبق 5-fold cross-validation، این ۴۴۰ داده، ۵ بار تغییر میکند و هر بار دسته جدیدی انتخاب میشود (k=1:5). ضمناً به ازای هر k نیز ۵ بار شبکه آموزش داده میشود تا اثر مقادیر اولیه رندوم لحاظ شود (trainsNum=5). میزان دقت شبکه روی تمام ۵ بار آموزش و روی تمام k=1:5 میانگین گرفته میشود. بین این دقت های میانگین، شبکه با بهترین تعداد لایه و تعداد نورون در هر لایه (با بیشترین accuracy) تعیین میشود که با دقت 66.6%، به تعداد لایه 2 و تعداد نورون 8 رسیدیم:

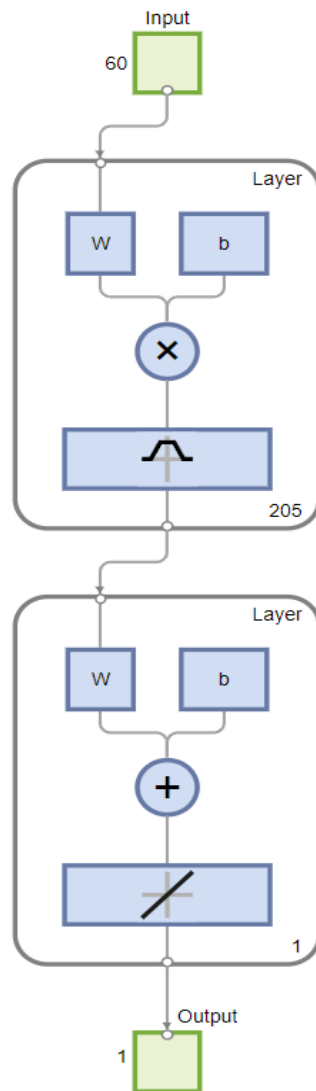


شبکه RBF

- تابع مورد استفاده برای ساخت شبکه: newrb

- محدوده تغییرات شعاع (σ) در تابع ورودی شبکه: از 0.35 تا 1 با 0.05 افزایش در هر گام (مقادیر زیر 0.5 هرگز در شبکه های خوب انتخاب نمیشدند و بخاطر کاهش حجم محاسبات، نقطه شروع از 0.35 فرض شد).
- محدوده تغییرات تعداد نورون های لایه پنهان: از 10 تا 275 با 5 نورون افزایش در هر گام
- فایل لیبل های نهایی داده تست: **TestLabel_RBF.mat**

توضیحات مشابه قبل است (البته این بار به ازای هر k یک شبکه ساخته میشود) تابع ورودی شبکه گوسی و تابع فعالسازی خطی است. بهترین نتیجه، با دقت 74.2%، با تعداد نورون ۲۰۵ و شعاع (σ) برابر با 0.75 بدست آمد:



مقایسه:

مشاهده میشود دقت شبکه RBF بیشتر از MLP شده است. با اینکه تعداد نورون های این شبکه از MLP بیشتر است، اما به ازای تعداد نورون های بسیار کمتر (در حدود ۵۰) نیز دقت نزدیک به ۷۰ درصد وجود داشت و اختلاف اندکی با بهترین نتیجه وجود داشت. در نتیجه بنظر شبکه RBF برای طبقه بندی این داده مناسبتر است.