

5/8/2024

آز پردازش سیگنال و تصاویر

پزشکی

گزارش آزمایش ششم

محمدحسین شفیعی زادگان

99104781

محمدجواد نوروزی

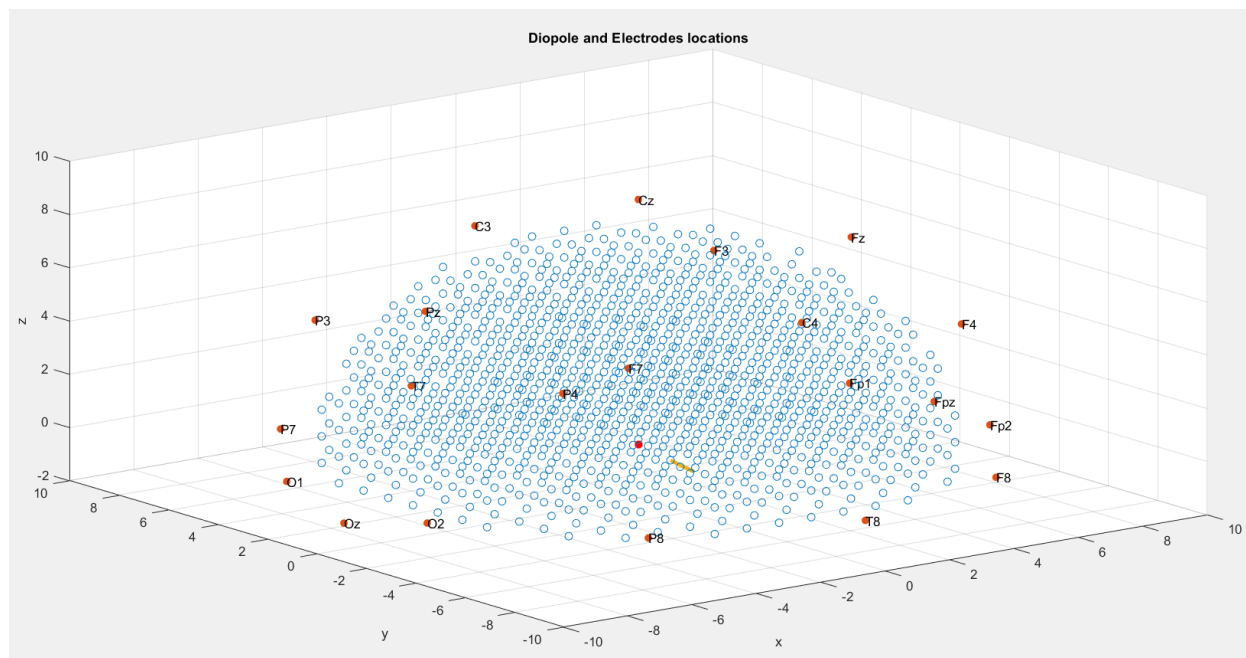
99102434

## فهرست مطالب

2	بخش الف تا پ.....
2	بخش ت.....
3	بخش ث.....
4	بخش ج تا ح.....
5	بخش خ - دوقطبی روی سطح کرتکس (لایه داخلی) در بخش مرکزی سر.....
6	بخش خ - دوقطبی روی سطح کرتکس (لایه داخلی) در بخش تمپورال.....
7	بخش خ - دوقطبی در عمق.....

## بخش الف تا پ

دوقطبی‌های ممکن، مکان و برچسب الکترودها و نیز مکان یک دوقطبی تصادفی (بردار زرد رنگ) را در فضای سه بعدی ایجاد و رسم کردیم که در شکل زیر قابل مشاهده می‌باشد:



ماتریس بهره را نیز ذخیره کردیم:

GainMat

21x3951 double

نرم بردار دوقطبی نیز در زیر آمده است:

Command Window

```
vec_norm =
```

```
1.4283
```

fx >>

## بخش ت

پتانسیل الکترودها را از رابطه زیر محاسبه می‌کنیم:

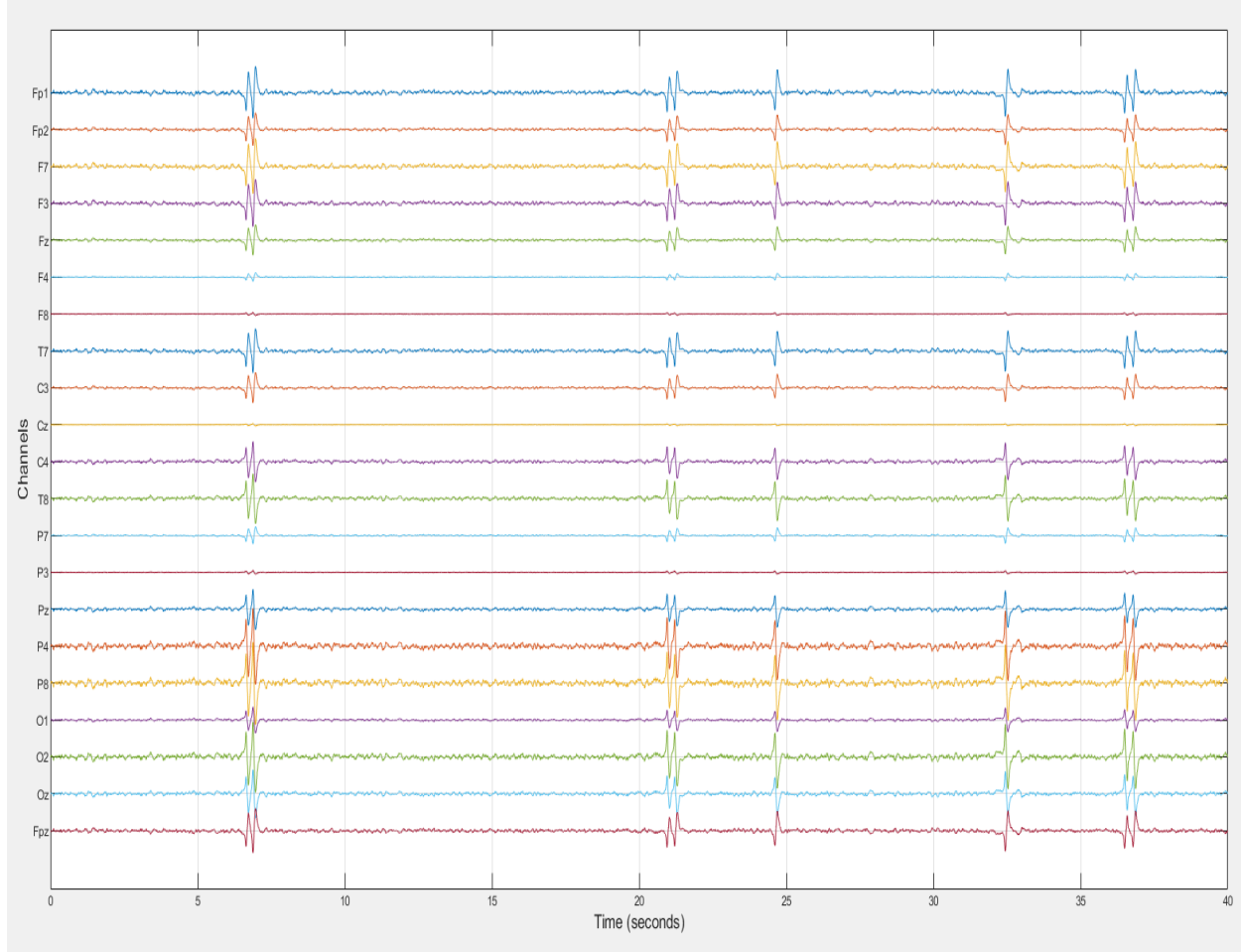
$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_{\mathbf{r}_m^1}(1) & \dots & m_{\mathbf{r}_m^1}(T) \\ \vdots & & \vdots \\ m_{\mathbf{r}_m^N}(1) & \dots & m_{\mathbf{r}_m^N}(T) \end{bmatrix} = \mathbf{G}(\{\mathbf{r}_m^j, \mathbf{r}_q^i\}) \begin{bmatrix} q^1(1)\mathbf{e}_q^1(1) & \dots & q^1(T)\mathbf{e}_q^1(T) \\ \vdots & & \vdots \\ q^P(1)\mathbf{e}_q^P(1) & \dots & q^P(T)\mathbf{e}_q^P(T) \end{bmatrix}$$

$$= \mathbf{G}(\{\mathbf{r}_m^j, \mathbf{r}_q^i\})\mathbf{Q}$$

که در آن  $P=1$ ,  $N=21$  و  $T=10240$  می‌باشد. کد مربوط به محاسبه این ماتریس در زیر آمده است:

```
ElecPot = GainMat(:, (rand_idx-1)*3+1:rand_idx*3) * (Interictal(1, :) .*  
(LocMat(:, rand_idx)/vec_norm));
```

پتانسیل الکترودها را در زمان برای دوقطبی انتخاب شده در زیر آمده است:

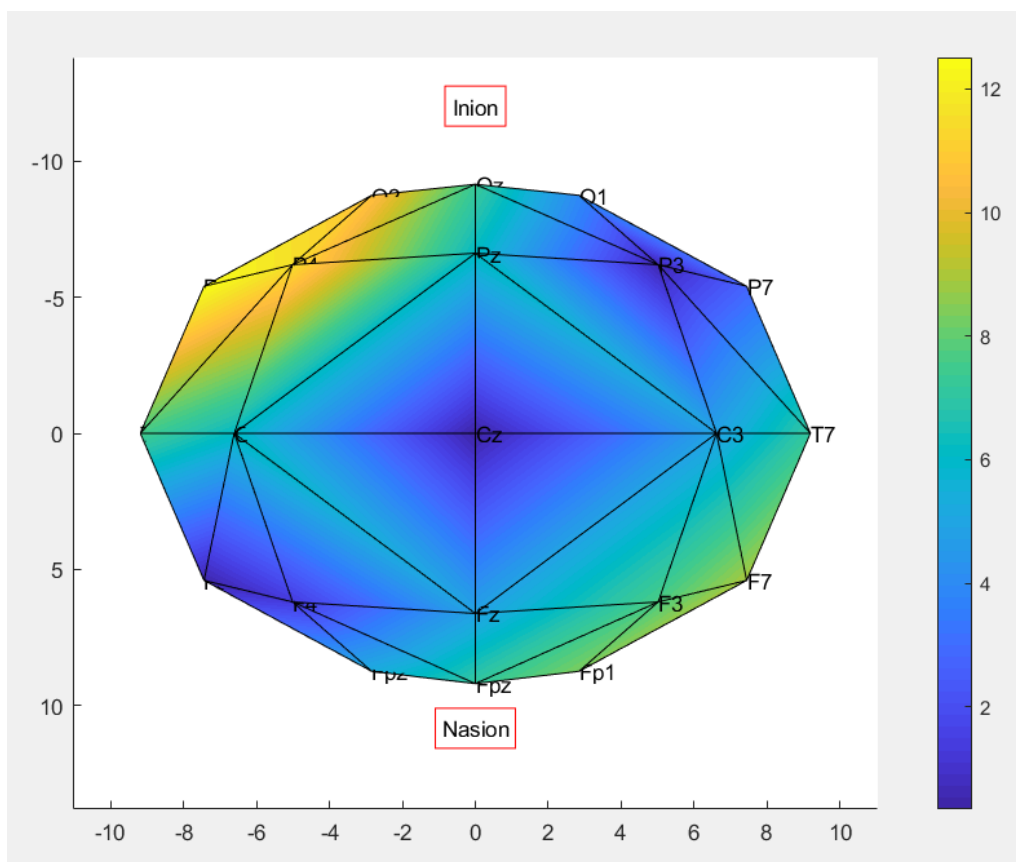


### بخش 3

میانگین پتانسیل همه الکترودها در پنجره‌های حول همه اسپایک‌ها را به طریق زیر بدست آوردیم:

```
for i=1:21  
    [pks, locs] = findpeaks(ElecPot(i,:), 'MinPeakProminence',  
0.9*max(ElecPot(i,:)));  
    epochs = zeros(length(locs), 7);  
    for j=1:length(locs)  
        epochs(j, :) = ElecPot(i, locs(j)-3:locs(j)+3);  
    end  
    mean_Pot(i) = mean(epochs, 'all');  
end
```

و آنرا توسط تابع Display\_Potential\_3D رسم کرده‌ایم که در شکل زیر قابل مشاهده می‌باشد:



## بخش ج تا ح

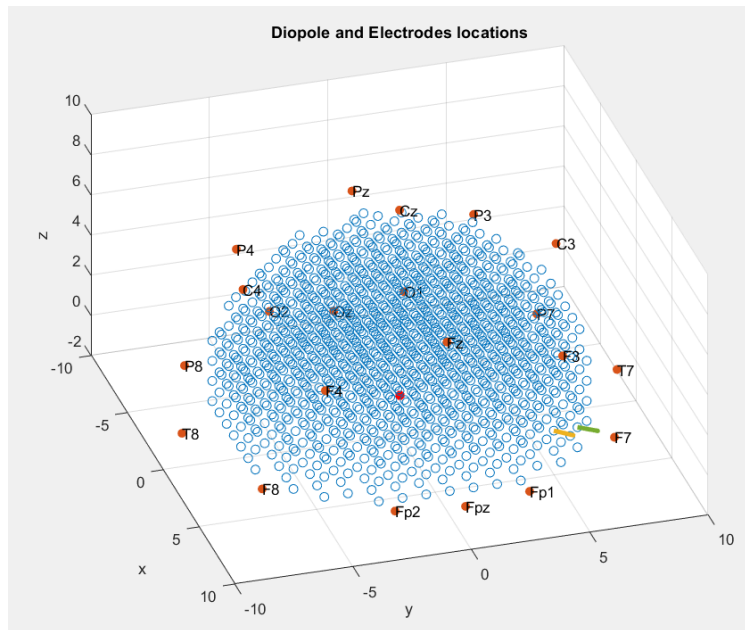
با استفاده از رابطه زیر الگوریتم MNE را روی پتانسیل الکترودها اعمال می‌کنیم.

$$\hat{Q}_{MNE} = G^T (GG^T + \alpha I_N)^{-1} M$$

در این فرمول، مقدار  $\alpha$  را برابر با 0.1 قرار دادیم.

در آخر دوقطبی ای را که بیشترین دامنه را دارد انتخاب می‌کنیم و با استفاده از ماتریس MatLoc مختصات آن دوقطبی که معرف جهت آن نیز می‌باشد، به دست می‌آید.

همچنین مکان و جهت دوقطبی تخمین زده شده را در کنار دو قطبی اصلی بر روی فضای سه بعدی مغز رسم می‌کنیم.



برای بردار مختصات دوقطبی، خطای  $RMS$  را محاسبه کرده و همچنین با استفاده از ضرب داخلی تفاوت زاویه دوقطبی اصلی و دوقطبی تخمین زده شده را به دست می آوریم.

```
Command Window
RMS = 0.577350
dipole angle error = 5.194803
fx >>
```

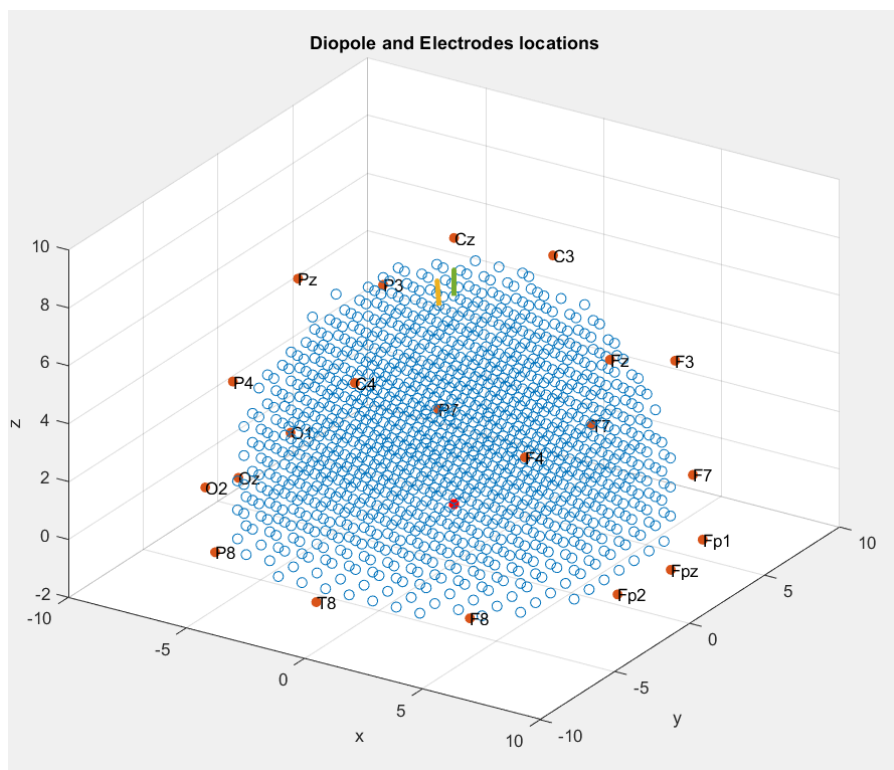
### بخش خ - دوقطبی روی سطح کورتکس (لایه داخلی) در بخش مرکزی سر

با استفاده از قطعه کد زیر، تنها در صورتی دوقطبی رندوم را انتخاب می کنیم که فاصله آن تا مرکز با مقداری درجه آزادی برابر با قطر لایه داخلی باشد. همچنین بررسی می کنیم که در صفحه  $X-Y$  دوقطبی در دایره ای به شعاع کوچک (برای مثال 0.1) به مرکز صفحه باشد تا دوقطبی انتخاب شده مربوط به بخش مرکزی سر باشد.

```
dipole_loc = "cortex_central";
is_loc_satisf = 0;
while is_loc_satisf == 0
    rand_idx = randi(length(LocMat), 1);
    dip_norm = norm(LocMat(:, rand_idx));
    is_loc_satisf = dip_norm < ModelParams.R(1) && ...
        dip_norm > 0.8*ModelParams.R(1) && ...
        (LocMat(1, rand_idx)^2 + LocMat(2, rand_idx)^2) < 0.1;
end
```

حال مراحل قبل را تکرار کرده و نتایج را مشاهده می کنیم.

در صورتی که شعاع دایره را در کد بالا عدد کوچکی انتخاب کنیم، تنها یک دوقطبی دقیقاً در مرکز انتخاب می شود و با دقت 100 درصد می توان مکان آن را تخمین زد. اما در شکل زیر مقدار آستانه شعاع دایره در صفحه x-y را برابر 5 گذاشته تا دوقطبی های کناری نیز بتوانند انتخاب شوند و مقدار خطا مشاهده شود.



مقدار خطا را در شکل زیر مشاهده می کنیم.

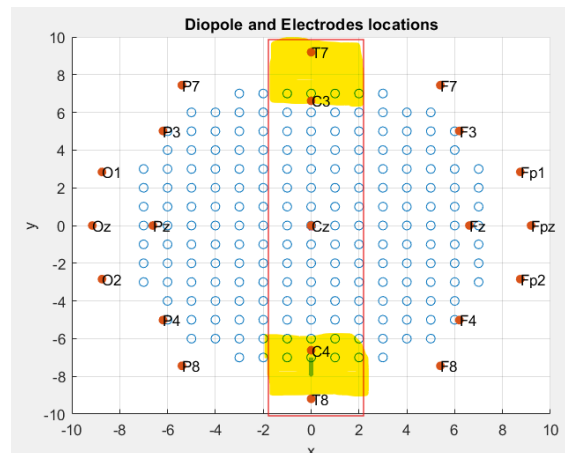
```
Command Window
RMS = 0.577350
dipole angle error = 7.907163
fx >>
```

### بخش خ - دوقطبی روی سطح کرتکس (لایه داخلی) در بخش تمپورال

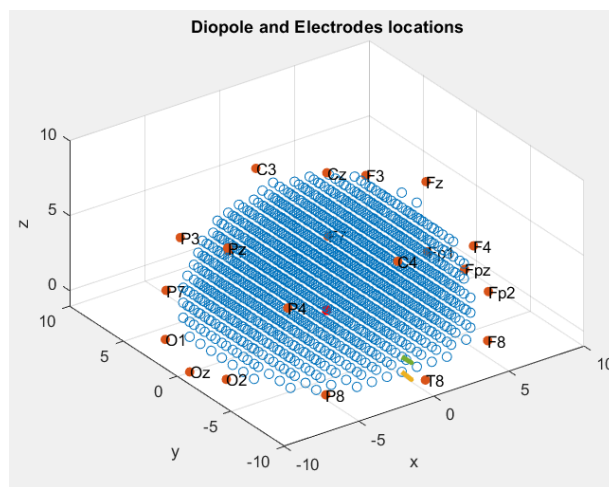
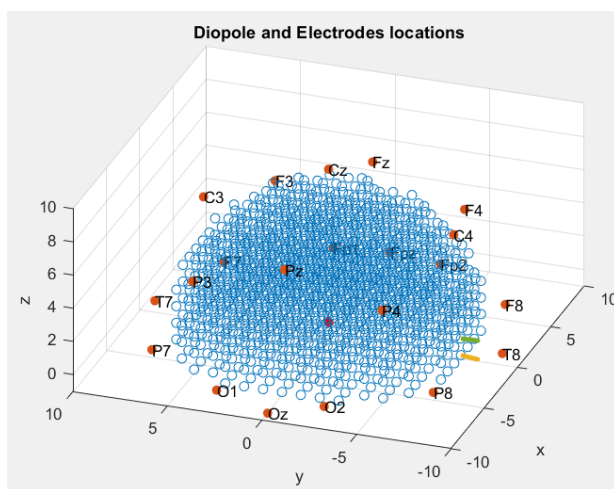
در این حالت شرط انتخاب دوقطبی رندوم را با توجه به شکل زیر بدین صورت تغییر می دهیم.

$$|x| < 2, \quad |y| > 8, \quad |z| < 5$$

```
elseif dipole_loc == "cortex_temporal"
    is_loc_satisf = dip_norm < ModelParams.R(1) && ...
        dip_norm > 0.8*ModelParams.R(1) && ...
        abs(LocMat(2, rand_idx)) > 0.8*ModelParams.R(1) && ...
        abs(LocMat(1, rand_idx)) < 2 && ...
        abs(LocMat(3, rand_idx)) < 5;
```



حال مراحل قبل را تکرار کرده و نتایج را مشاهده می کنیم.



Command Window

RMS = 0.577350

dipole angle error = 8.156379

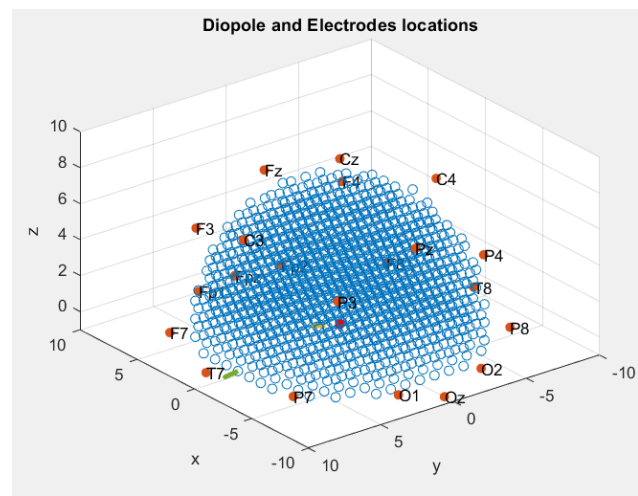
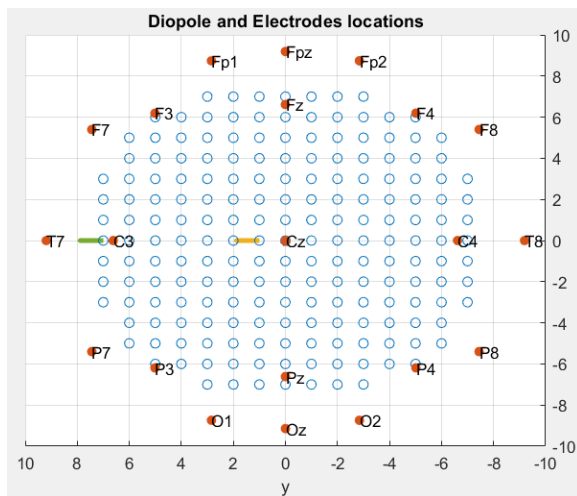
fx >>

## بخش خ - دوقطبی در عمق

در این قسمت، اگر norm دوقطبی انتخاب شده کوچک تر از نصف قطر مغز باشد، مورد قبول خواهد بود.

حال با استفاده از الگوریتم MNE نتایج را شبیه سازی کرده و مشاهده می کنیم.





به خوبی مشاهده می شود که تخمین کمترین نرم برای تمایل به منابع سطحی است و برای غلبه بر این مشکل از روش WMNE با ماتریس وزن دهی مناسب باید استفاده شود.

$$L(\mathbf{Q}) = \|\mathbf{WQ}\|^2$$

$$\hat{\mathbf{Q}}_{WMNE} = (\mathbf{W}^T \mathbf{W})^{-1} \mathbf{G}^T (\mathbf{G} (\mathbf{W}^T \mathbf{W})^{-1} \mathbf{G}^T + \alpha \mathbf{I}_N)^{-1} \mathbf{M}$$