

* بخش‌های ستاره‌دار، امتیازی هستند.

در این تمرین می‌خواهیم مسئله مکان‌یابی منابع مغزی را به صورت کامل حل کنیم.

- مدل سر: کروی سه لایه (معادلات **ماکسول** ارائه شده در صفحات **۲۷ تا ۲۹** اسلاید مکان‌یابی منابع مغزی)
- **مکان** الکترودها **ثابت** بوده و مقدار نرمالیزه آنها در ElecPosXYZ.mat داده شده است. یعنی برای تعیین دقیق مکان هر الکتروود بایستی مقادیر را در **شعاع لایه خارجی سر** ضرب کنیم.
- **مکان دوقطبی‌ها** به صورت حجمی داخل و روی نیمکره داخلی (لایه اول-نیمکره بالایی) در نظر گرفته شده است. می‌توانیم با رزولوشن دلخواه (فاصله بین دو دوقطبی مجاور) مکان دوقطبی‌ها را تعیین کنیم.
- برای راحتی پیاده‌سازی، تابع ForwardModel_3shell.m در اختیار شما قرار داده شده است که ورودی آن **رزولوشن** موردنظر برای قرار دادن دوقطبی‌ها و پارامترهای مدل است و خروجی آن مکان دوقطبی‌ها و ماتریس **lead-field** (ماتریس بهره) با در نظر گرفتن جهت متغیر برای دوقطبی‌هاست. همچنین در فایل main.m نحوه فراخوانی تابع ForwardModel_3shell.m مشخص شده است.
- برای نمایش پخش‌شدگی پتانسیل‌های EEG بر روی سر نیز تابع Display_Potential_3D.m در اختیار شما قرار داده شده است که ورودی آن **شعاع سر و پتانسیل در هر یک از الکترودها** است.

ماتریس پتانسیل در
 $M = G \cdot Q$
 بهره ترکیب
 مکان دوقطبی

الف) با در نظر گرفتن رزولوشن یک سانتی‌متر، مکان تمام دوقطبی‌های ممکن را ایجاد نمایید و در فضای سه‌بعدی رسم کنید. ماتریس بهره را نیز محاسبه و ذخیره نمایید.

ب) در شکل قسمت الف)، مکان الکترودها را نیز رسم نمایید و برچسب هر الکتروود را نیز کنار آن بنویسید.

پ) یک مکان تصادفی برای یک دوقطبی (روی سطح کره) در نظر بگیرید و جهت دوقطبی را در جهت شعاعی در نظر بگیرید. دوقطبی نرمالیزه (مکان و جهت) را به شکل قسمت قبل اضافه نمایید.

ت) یک فعالیت اسپایکی (صرعی غیرتشنجی) مطابق با یک سطر از ماتریس Interictal.mat به دوقطبی انتخاب شده تخصیص دهید. با در نظر گرفتن جهت دوقطبی و ماتریس بهره، پتانسیل ایجاد شده در ۲۱ الکتروود را محاسبه کنید. پتانسیل الکتروودها را در زمان برای همه الکتروودها رسم کنید و برچسب هر الکتروود را نیز در کنار نمودار آن قرار دهید.

ث) زمان رخداد قله مثبت همه اسپایک‌ها را (در الکتروودها) مشخص کرده و یک پنجره به طول ۷ نقطه به مرکز هر قله در نظر بگیرید. میانگین پتانسیل همه الکتروودها را در پنجره‌های حول همه اسپایک‌ها در یک

بردار ذخیره نمایید. در شکلی مشابه شکل (ب) این پتانسیل‌ها را برای مکان هر الکتروود با رنگ نمایش دهید. یعنی دامنه تغییرات پتانسیل‌ها را نرمالیزه کنید (منفی‌ترین تا مثبت‌ترین مقدار) و یک طیف رنگی به این بازه نسبت دهید. مارکر نشان‌دهنده مکان هر الکتروود را با رنگ متناظر با پتانسیل آن رسم نمایید.

✚ (ج) قسمت (ث) را با استفاده از تابع `Display_Potential_3D.m` تکرار کنید.

✚ (چ) الگوریتم‌های MNE و WMNE را روی پتانسیل الکتروودها اعمال کرده و مسئله معکوس را حل کنید.

✚ (ح) برای هر یک از روش‌های مکان‌یابی قسمت (چ)، مکان دوقطبی منبع را تخمین بزنید. یعنی برای هر مکان دوقطبی، دامنه ممان تخمین زده شده را به دست آورید و دوقطبی‌ای را که بیشترین دامنه را دارد انتخاب کنید. جهت دوقطبی را نیز به دست آورید.

✚ (خ) با استفاده از نتایج قسمت (ح)، خطای تخمین مکان و جهت دوقطبی را به‌ازای هر روش به دست آورید.

✚ (د) بخش‌های (پ) تا (خ) را با در نظر گرفتن یک دوقطبی عمقی تکرار کنید و نتیجه را با نتایج به دست آمده برای دوقطبی سطحی مقایسه کنید.

* (ذ) از بین روش‌های غیرپارامتری دیگر (مانند LAURA، LORETA، SLORETA و ...) دو روش را انتخاب کرده و مراحل (چ) تا (د) را تکرار کنید.

* (ر) در این بخش می‌خواهیم با استفاده از مدل پارامتری و در نظر گرفتن یک دوقطبی، مسئله معکوس را حل کنیم. بدین منظور برای تعیین مکان و جهت دوقطبی، یک مجهول به عنوان مکان دوقطبی (شماره دوقطبی) (یا سه مجهول متناظر با مکان در سه محور x و y و z) و سه مجهول برای جهت دوقطبی (یا یک مجهول برای اندازه دوقطبی با در نظر گرفتن جهت مشخص) در نظر بگیرید. با استفاده از یک الگوریتم جستجو مانند الگوریتم ژنتیک یا simulated annealing، مکان دوقطبی و جهت آن را تخمین بزنید. تابع هزینه که بایستی کمینه شود $\|m - Gq\|^2$ است. برای روش ارائه‌شده، بخش‌های (چ) تا (د) را تکرار کنید.

✚ (ز) مجموعه ۱۵ تا ۲۰ دوقطبی مجاور را انتخاب کنید و جهت آنها را به صورت شعاعی در نظر بگیرید. دوقطبی‌ها و بردار جهت آنها را مشابه قسمت (پ) رسم نمایید.

✚ (ژ) فعالیت‌های اسپایکی را از ماتریس `Interictal.mat` انتخاب کرده و به هر دوقطبی قسمت (ز) نسبت دهید. قسمت‌های (ت)، (ج) و (چ) را تکرار کنید.

✚ (س) برای هر روش مکان‌یابی، دامنه ممان تخمین‌زده شده را به‌ازای هر دوقطبی به دست آورید.

✚ (ش) با استفاده از نتایج قسمت (س) و مکان دوقطبی‌های منبع (در قسمت (ز))، منحنی ROC را برای هر روش رسم کرده و با هم مقایسه کنید. برای رسم منحنی ROC، با در نظر گرفتن آستانه متغیر از بیشترین مقدار تا

کمترین مقدار، همپوشانی نتایج به دست آمده را با منبع اصلی بررسی کنید و درصد تعداد دوقطبی‌هایی را که درست تشخیص داده شده‌اند و درصد تعداد دوقطبی‌هایی که به اشتباه تشخیص داده شده‌اند، محاسبه کنید (مشابه نمودارهای صفحات ۷۲ تا ۷۹ اسلاید مکان‌یابی منابع مغزی).

* (ص) از بین روش‌های غیرپارامتری دیگر (مانند LORETA، LAURA، sLORETA و ...) دو روش را انتخاب کرده و مراحل (ز) تا (ش) را تکرار کنید.