

במדריך זה נציג כיצד להשתמש במודל Transformer לחיזוי מצבי מוח, מהמאמר Predicting Human Brain States with Transformer, תוך התאמה לנתונים מהמאמר אשר אנחנו השתמשנו בו (HCP 7T). נפרט את תהליך הכנת הנתונים, התאמתם למודל, מבנה המודל עצמו, והאופן בו מתבצע האימון והחיזוי.

יצרנו תיקייה בשם "Predicting Human Brain States with Transformer" בה יש את קובץ המאמר, תיקייה של הקבצים של הקוד המקורי מהמאמר, ותיקייה עם קוד שלנו (בשם Gal&Yuval code). אתם יכולים להעתיק משם את הקבצים לתיקייה שלכם ולהשתמש בהם, אך בבקשה אל תשנו את הקבצים מהתיקייה המקורית כדי שיוכלו להשתמש בה המשך. (בנוסף כדאי שתפתחו סביבה משל עצמכם עבור העבודות שלכם).

1. מבנה הנתונים המקורי שלנו (מהמחשב של ארז, תיקייה HCP_DATA)

הנתונים מגיעים מסריקות fMRI בשל נבדקים שצפו בסרטים תוך כדי הסריקה. כל נבדק מיוצג בתיקייה נפרדת, הכוללת 300 קבצים (אחד לכל אזור מוחי). כל קובץ הוא DataFrame בפורמט pkl ובו:

- Subject - מזהה הנבדק (נמצא גם בשם התיקייה).
- Y - מספר הסרט שבו צפה הנבדק (0-14, כאשר 0 הוא מעבר בין סרטים ואינו נכלל).
- Timepoint - נקודת הזמן במהלך הסרט.
- Voxels - עמודות עם ערכי האות לכל voxel באזור.

	feat_10719	feat_10720	feat_10721	...	timepoint	y	Subject
0	-1.319469	-0.786892	-2.599106	...	0	1	100610
1	-1.465636	-1.425367	-1.817701	...	1	1	100610
2	0.150397	-0.787092	-1.705686	...	2	1	100610
3	-0.541583	-1.290901	-1.364092	...	3	1	100610
4	0.630117	0.223445	0.060733	...	4	1	100610
...
3224	0.294863	0.388423	1.345260	...	79	0	100610
3225	0.150171	-0.030107	1.002089	...	80	0	100610
3226	-0.130845	0.925279	0.318962	...	81	0	100610
3227	-0.727312	-0.079884	1.108939	...	82	0	100610
3228	1.869404	2.635786	2.736347	...	83	0	100610

2. התאמת הנתונים למודל מהמאמר

הנתונים המקוריים (מהמחשב של ארז) לא תואמים את מבנה הקלט הנדרש למודל הטרנספורמר מהמאמר. לכן ביצענו עיבוד מקדים שכלל:

- חישוב ממוצע ה-voxel בכל קובץ, כך שלכל נקודת זמן יש ערך בודד לאזור מוח.

	timepoint	y	Subject	Voxels_Avg
0	0	1	100610	-1.462657
1	1	1	100610	-1.081364
2	2	1	100610	-0.465671
3	3	1	100610	-0.224297
4	4	1	100610	-0.223703

- מיון הדגימות לפי סרט.
- יצירת מטריצות בגודל 300*143 כאשר השורות הן אזורי מוח ועמודות הן דגימות בזמן.

לכל נבדק נוצרו 13 קבצים (ל-13 סרטים) בתיקייה "Processed Matrices", באורך אחיד של 143 דגימות לסרט. סרט 4 הוסר בגלל מחסור בדגימות (143 הוא מספר הדגימות המקורי בסרט מספר 11, לכן התאמנו את אורכי הסרטים אליו).

movie_1.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_2.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_3.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_5.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_6.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_7.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_8.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_9.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_10.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_11.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_12.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_13.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB
movie_14.pkl	24/02/2025 17:14	PKL File	336 KB

ב-train הנתונים מהתיקיה "Processed Matrices" נלקחים דרך נתיב לקובץ:

```
data_dir = r"D:\Final Project\Predicting Human Brain States with Transformer\Gal&Yuval code\Processed_Matrices" # שם תיקיית הנתונים
```

3. הזנת הנתונים למודל

לצורך אימון המודל, הנתונים מוזנים בחלונות זמן בגודל קבוע (למשל 30 דגימות). עבור כל חלון:

- המודל מקבל את הדגימות 0–29.
- המטרה היא לחזות את הדגימה ה-30.
- תהליך זה מתבצע באופן חופף (sliding window).

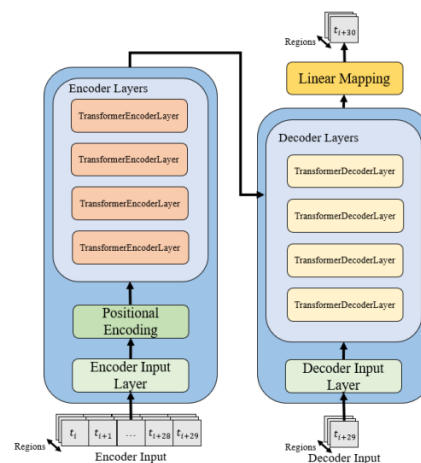
4. מבנה המודל מהמאמר:

:Encoder

- מקבל את חלון הקלט (חלון בגודל 30×300)
- כולל קידוד מיקום Positional Encoding
- עובר דרך מספר שכבות TransformerEncoderLayer, כל אחת עם:
 - Self-Attention
 - Feed-Forward
- הפלט הוא ייצוג מרוכז של החלון.

:Decoder

- מקבל את הפלט של ה-Encoder + הדגימה האחרונה מהחלון.
- עובר דרך שכבות TransformerDecoderLayer
- הפלט עובר מיפוי ליניארי לתחזית של הדגימה הבאה.



*תמונת המודל נלקחה מהמאמר Predicting Human Brain States with Transformer