

Rest2Task: генеративное моделирование моторной карты головного мозга по данным фМРТ

Team: Antipushina Ekaterina, Ruslan Kalimullin

Introduction

Определения:

- (1) фМРТ в покое
- (2) фМРТ при выполнении двигательных задач

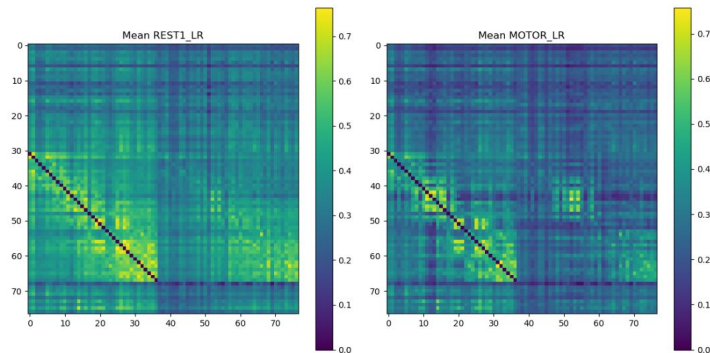
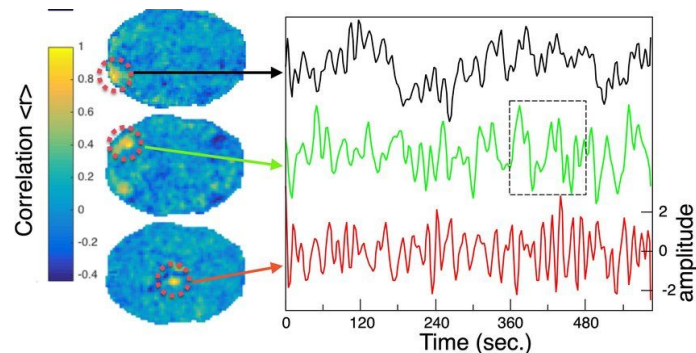
Проблема: запись фМРТ пациента при выполнении двигательных задач длительна и является дорогостоящей

Задача: создание ассистентного алгоритма, генерирующего моторные матрицы конективности на основе данных состояния покоя

Датасет: Human Connectome Project

600 корреляционных матриц для состояния покоя

600 корреляционных матриц для моторных задач

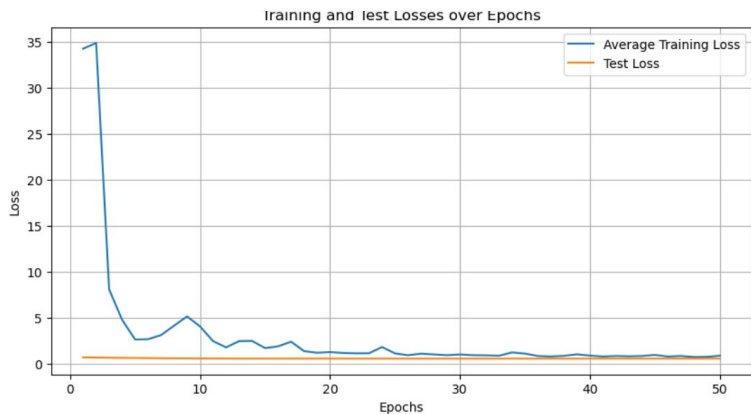


Методы

Модели: VAE, cGAN, WCGAN-QC, Vanila NOT, Deform NOT

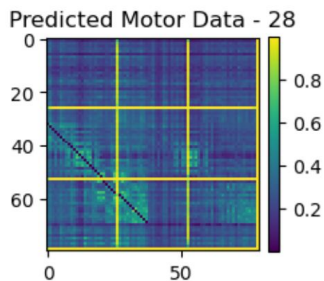
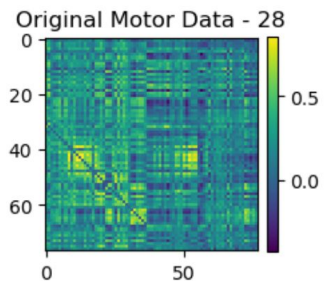
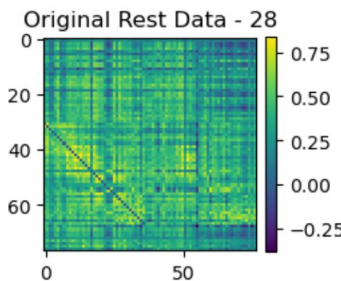
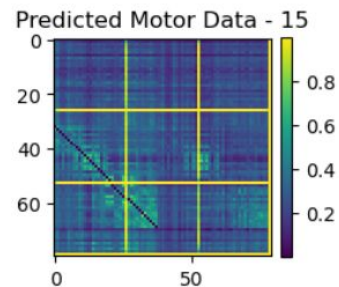
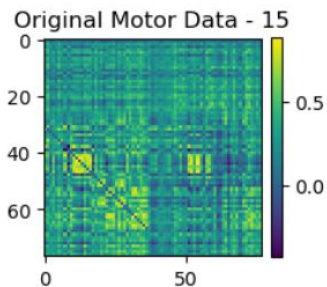
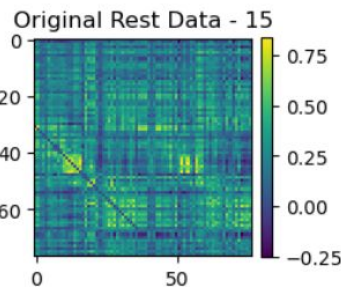
Метрики: MSE, ELBO, L1-loss

(1) VAE результаты

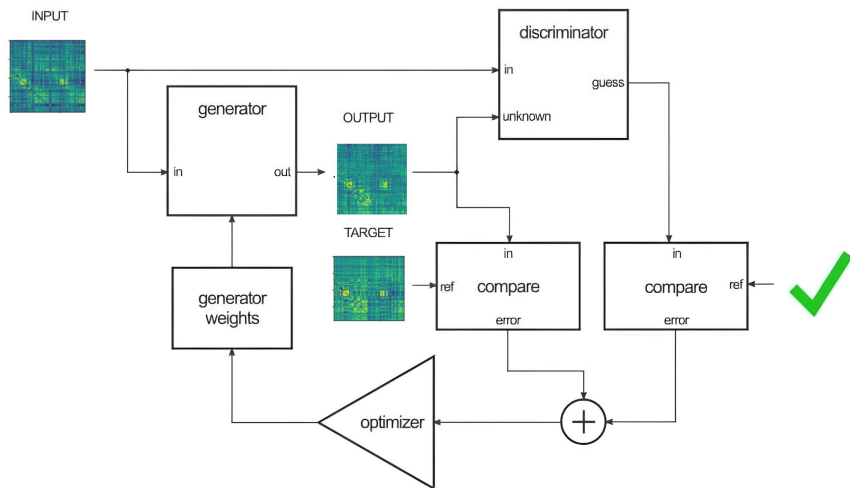


epochs: 50
learning rate: 1e-4

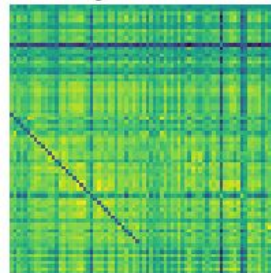
MSE(rest, motor) = 0.10 ± 0.07
MSE(reconstruction, motor) = 0.07 ± 0.25
ELBO(reconstruction, motor) = 0.69 ± 0.25



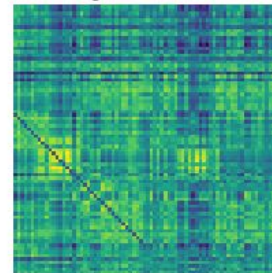
(2) cGAN (pix2pix) результаты



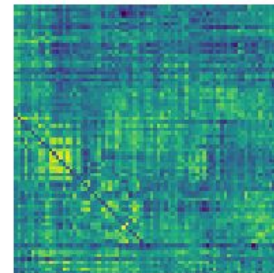
Original Rest Data



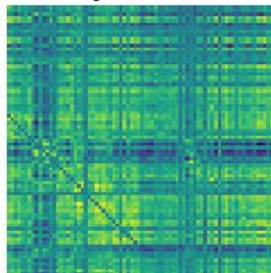
Original Motor Data



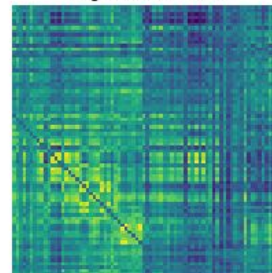
Predicted Motor Task Data



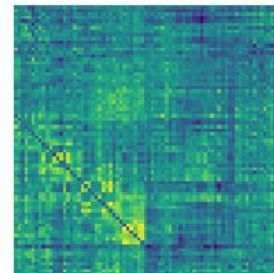
Original Rest Data



Original Motor Data



Predicted Motor Task Data



$\text{MSE}(\text{rest}, \text{motor}) = 0.10 \pm 0.07$

$\text{MSE}(\text{reconstruction}, \text{motor}) = 0.06 \pm 0.009$

$\text{L1} = 0.19 \pm 0.01$

(3) WCGAN-QC результаты

$\mathcal{L}_{\text{WGAN-QC}}(\mathbf{D})$:

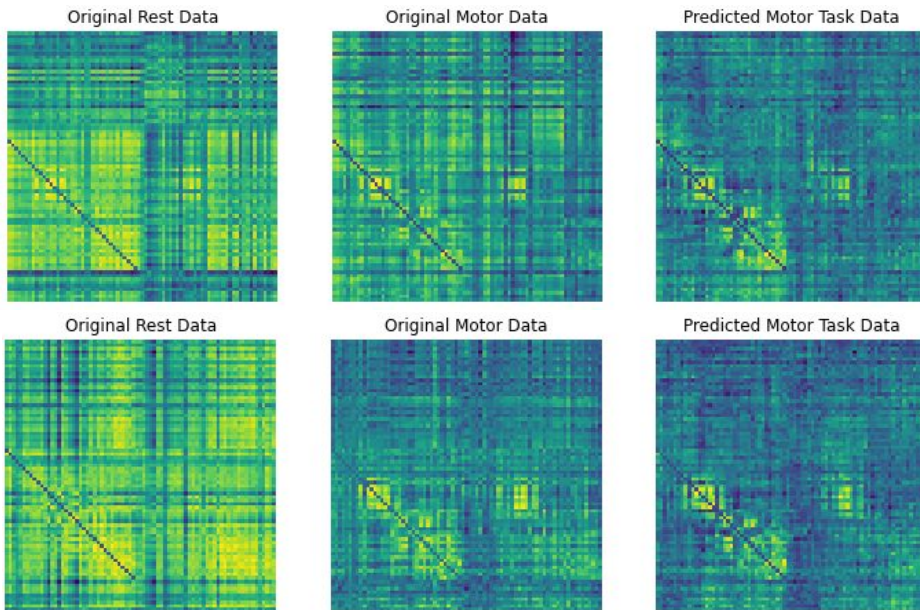
$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{m} \sum_{i \in \mathcal{I}} D_w(y_i) - \frac{1}{m} \sum_{i \in \mathcal{I}} H_i^* \right)^2 && \text{Kontarovich Potential} \\ &+ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{n} \sum_{j \in \mathcal{J}} (D_w(x_j) - H_j^*)^2 \right) && \text{OT Regularization} \\ &+ \frac{\gamma}{\sqrt{Kn}} \sum_{j \in \mathcal{J}} (||\nabla_x D_w(x_j)|| - K||y_{\sigma(j)} - x_j||)^2 \end{aligned}$$

$$\mathcal{L}_{\text{WGAN-QC}}(\mathbf{G}): \min_{\theta} \mathcal{L}(\theta) = -\frac{1}{n} \sum_{j \in \mathcal{J}} D_w(G_{\theta}(z_j))$$

epoches: 300

learning rate: 2e-4

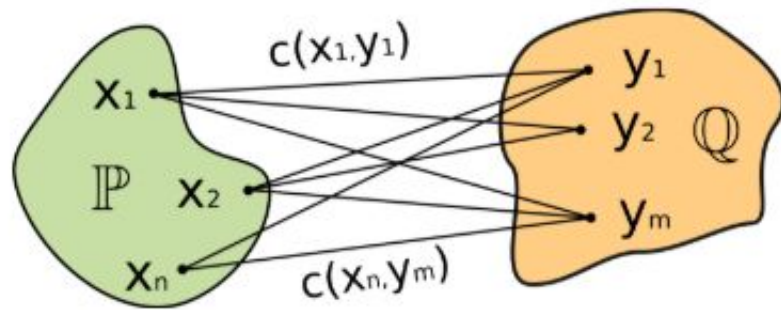
optimizer: Adam



MSE(reconstruction, motor) = 0.056 ± 0.012

L1 = 0.18 ± 0.012

(4) Vanila NOT результаты

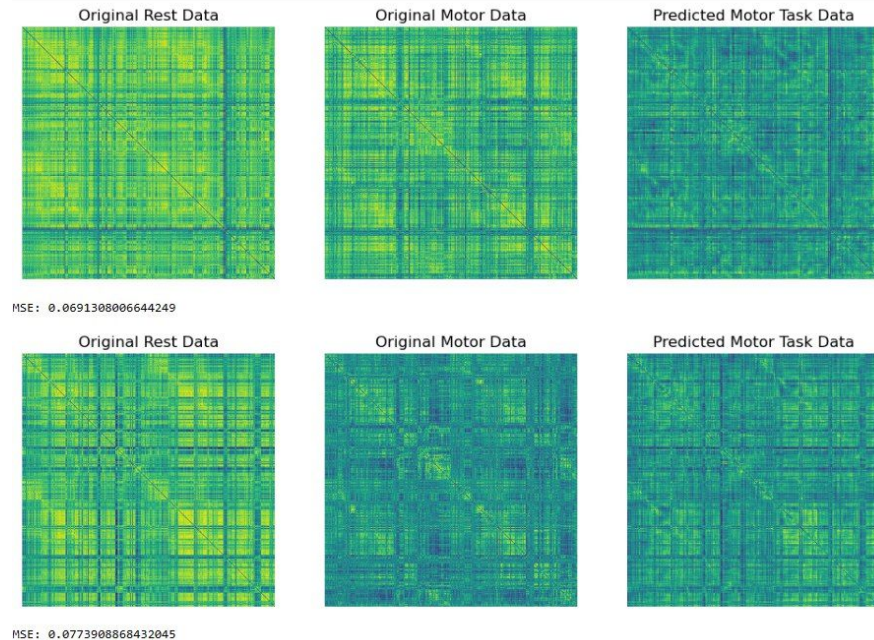


epochs: 300

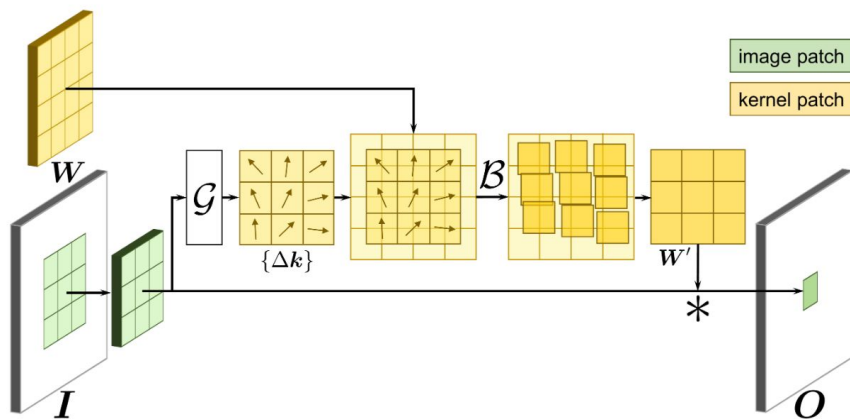
learning rate: $2e-4$

$\text{MSE}(\text{reconstruction, motor}) = 0.06 \pm 0.025$

$\text{L1} = 0.22 \pm 0.03$



(5) Deform NOT результаты

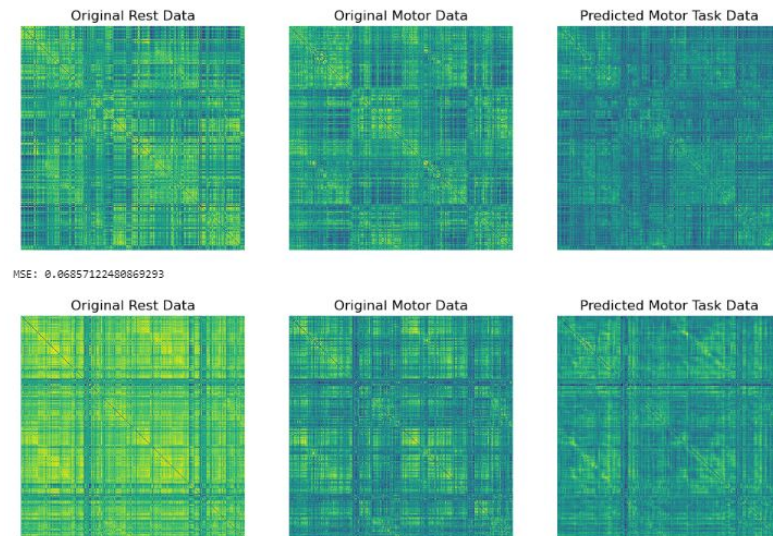


epoches: 300

learning rate: $2e-4$

$\text{MSE}(\text{reconstruction, motor}) = 0.07 \pm 0.030$

$\text{L1} = 0.22 \pm 0.04$



Выводы + дальнейшие шаги

- Лучшая модель: WCGAN-QC ($MSE = 0.056 \pm 0.012$, $L1 = 0.18 \pm 0.012$)

Модель	MSE	L1
cGAN	0.06 ± 0.009	0.19 ± 0.01
WCGAN-QC	0.056 ± 0.012	0.18 ± 0.012
Vanila NOT	0.06 ± 0.025	0.22 ± 0.03
Deform NOT	0.07 ± 0.030	0.22 ± 0.04

Дальнейшая шаги:

- 1) wc-NOT (Unet)
- 2) Осуществить визуализацию в виде карт активации мозга



Antipushina Katerina
Msc-2, Skoltech

github



Ruslan Kalimullin
Msc-2, Skoltech

github



thx!