



Нейросетевой метод заполнения пропусков в спутниковых снимках

Кураторы:
Анна Недорубова
Александр Рябов

Участники:
Григорьев Василий



Введение

Общая постановка задачи:

- Оперативное прогнозирование движение льда на 3 дня вперед, обновляющееся каждые 6 часов
- Наглядная визуализация прогноза для пользователей (капитанов арктических судов)

Мотивация:

- Обеспечение безопасной навигации в арктических водах
- Более экономичная транспортировка товаров
- Уменьшение негативного воздействия на окружающую среду

Методы решения:

- Прогноз на основе гидродинамической модели
- Прогнозирование на основе спутниковых данных, данных с буев и кораблей

Задача в рамках проекта:

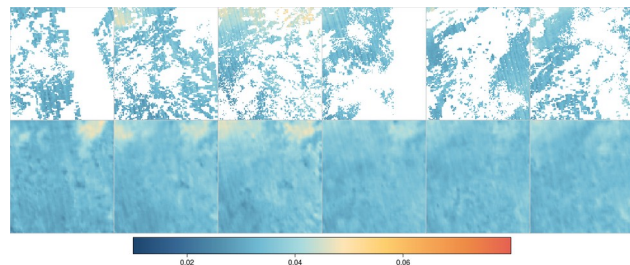
- Поскольку данные со спутников обладают артефактами и пробелами, то перед тем как решать задачу прогнозирования пробелы необходимо заполнить

Литературный обзор

Efficient data-driven gap filling of satellite image time series using
deep neural networks with partial convolutions

Marius Appel¹

¹University of Münster, Institute for Geoinformatics, Heisenbergstr. 2, 48149 Münster,
Germany; Contact: marius.appel@uni-muenster.de



Статья еще не прошла этап рецензирования. Статья посвящена нейросетевому методу заполнения пропусков в спутниковых снимках с использованием архитектуры U-Net на основе исторических данных. Приведено сравнение результатов с классическими (статистическими методами) и линейной интерполяцией.

DATA-DRIVEN SHORT-TERM DAILY OPERATIONAL SEA ICE REGIONAL FORECASTING

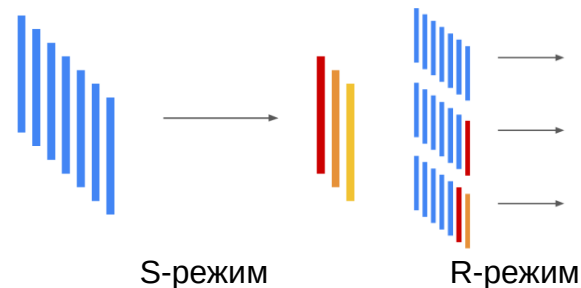
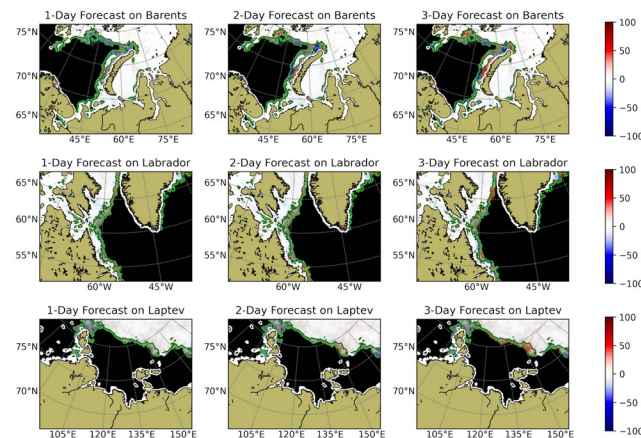
Timofey Grigoryev,¹ Ilya Trofimov, Nikita Balabin, Evgeny Burnaev, Vladimir Vanovskiy
Applied AI Center
Skolkovo Institute of Science and Technology
Moscow, Russia
{t.grigorev, ilya.trofimov, nikita.balabin, e.burnaev, v.vanovskiy}@skoltech.ru

Polina Verezemskaya, Mikhail Krinitskiy, Alexander Gavrikov, Sergey Gulev
Shirshov Institute of Oceanology
Moscow, Russia
{verezem, krinitsky, gavr, gul}@sail.msk.ru

Nikita Anikin
Moscow Institute of Physics and Technology
Dolgoprudny, Russia
anikin.nn@phystech.edu

Aleksei Shpilman, Andrei Eremchenko
Gazprom Neft
St. Petersburg, Russia
{Shpilman.AA, Eremchenko.AYu}@gazprom-neft.ru

В статье описывается метод прогнозирования движения арктических льдов с использованием архитектуры U-Net. Для обучения использовались JAXA-данные и погодные данные (GFS). Прогнозирование осуществлялось на 3 дня вперед на основе исторических данных в 7 дней.



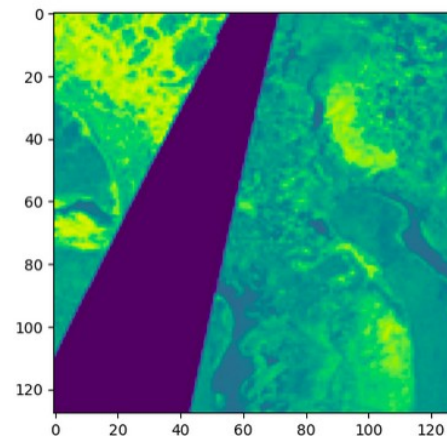
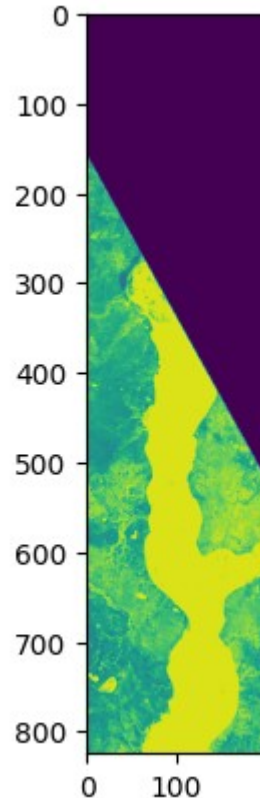
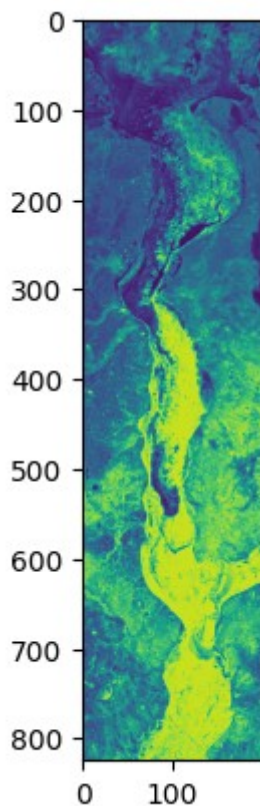
Датасет

Реальные данные

- Источник данных – Sentinel.hub
- Охватываемая территория – Обская губа (min_lon= 71.04, min_lat= 67.36, max_lon= 75.5, max_lat =73.81)
- Охват по времени – 30.04.2017-01.03.2023 (791 день)
- Вид данных: изображения 825x200
- В данных есть пропуски и артефакты
- Дополнительные данные: вспомогательные поля погоды и течений

Данные для Stprconvnet

- Аналогичные изображения, но обрезанные до размера 200x200 и сжатые до 128x128



Пример входных данных
для Stprconvnet

Реальные данные: без артефактов
(слева), с артефактами (справа)

Методы решения задачи

Unet (прогноз)

- На вход n дней, на выходе 1 день
- При прогнозе пропуски заолняются одним из 2 способов: персистенс, заполнение данных прогнозами.
- Для обучения использовались данные sentinel.hub

FNO2D (прогноз)*

- На вход n дней (упорядоченных), на выходе 1 день
- При прогнозе пропуски заолняются одним из 2 способов: персистенс, заполнение данных прогнозами.
- Для обучения использовались данные sentinel.hub

STPconvnet (заполнение пропусков)**

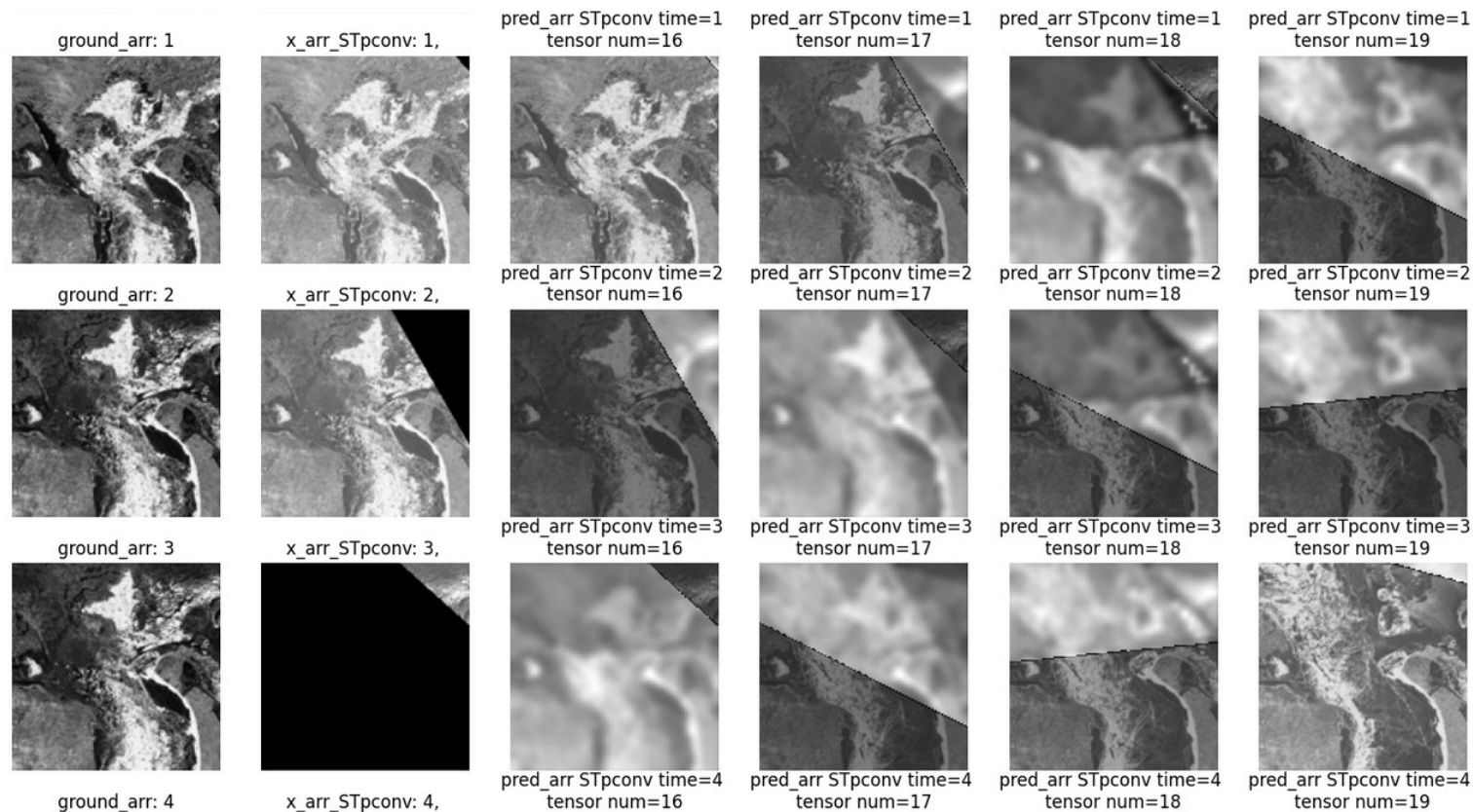
- Основано на архитектуре UNet
- На вход и выход тензор $128 \times 128 \times 16$. На вход данные с пропусками, на выходе данные без пропусков.
- Использовалась предобученная сеть (без fine tuning).

В проекте была проведена попытка сравнить описанные 3 способа для заполнения пропусков. Для сравнения методов из датасета было выбрано 113 изображений без артефактов и далее на них накладывались искусственные артефакты.

*Li Z. et al. Fourier neural operator for parametric partial differential equations //arXiv preprint arXiv:2010.08895. – 2020.

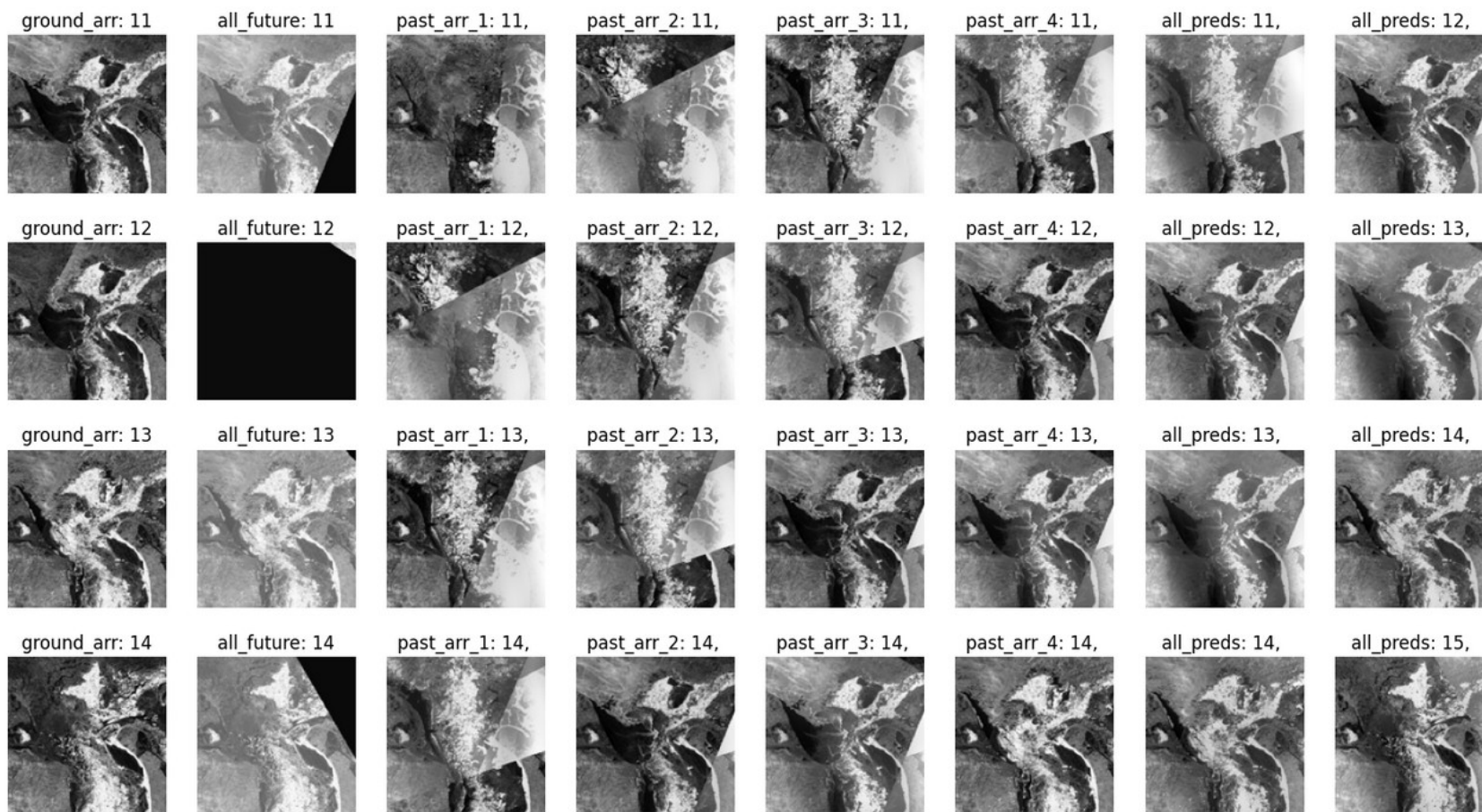
**Appel M. Efficient data-driven gap filling of satellite image time series using deep neural networks with partial convolutions// arXiv:2208.08781. 2022.

Эксперименты (ч.1)



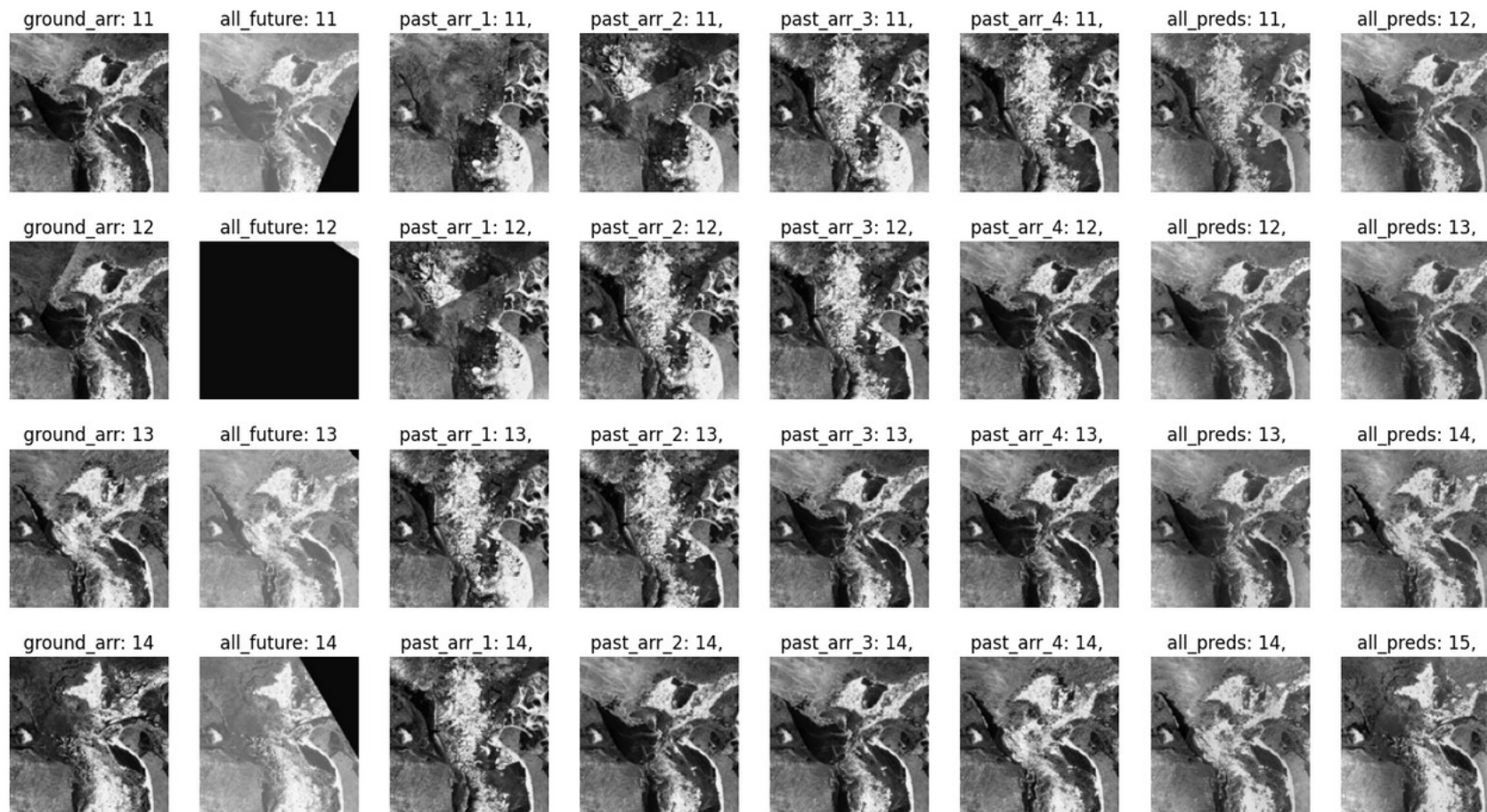
STpconvnet

Эксперименты (ч.2)



FNO2D,
forecast

Эксперименты (ч.3)



FNO2D,
persistence

Заключение

	STpconv	FNO2D (pers)	FNO2D (for)	PERS
MAE	0.249	0.094	0.133	0.062
RMSE	0.340	0.123	0.159	0.096

Направления дальнейшей работы

- Провести fine-tuning STpconvnet
- Определить и обосновать оптимальные гиперпараметры для каждого из методов и выбор наилучшего для заполнения пропусков в данных
- Ввести и обосновать использование более “физичной” метрики качества
- Осуществление прогноза с помощью FNO3D (для учета временной компоненты)



@AIRI_Research_Institute

Artificial Intelligence Research Institute

airi.net

 [airi_research_institute](https://t.me/airi_research_institute)

 [AIRI Institute](https://vk.com/AIRI_Institute)

 [AIRI Institute](https://www.youtube.com/AIRI_Institute)

 [AIRI_inst](https://twitter.com/AIRI_inst)

 [artificial-intelligence-research-institute](https://www.linkedin.com/company/artificial-intelligence-research-institute)