



Центр когнитивных нейронаук

Пермь

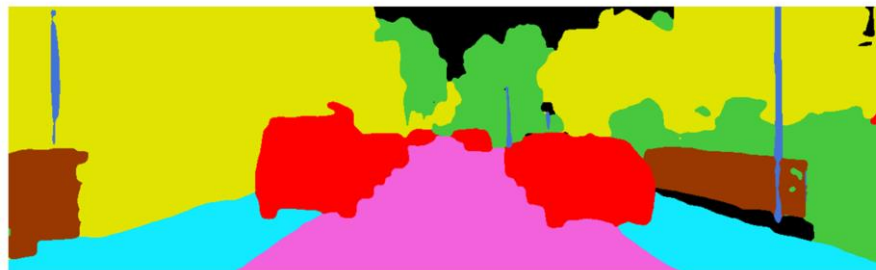
# Задача 3D сегментации









Полякова И.Ю., стажер-исследователь

# ВВЕДЕНИЕ



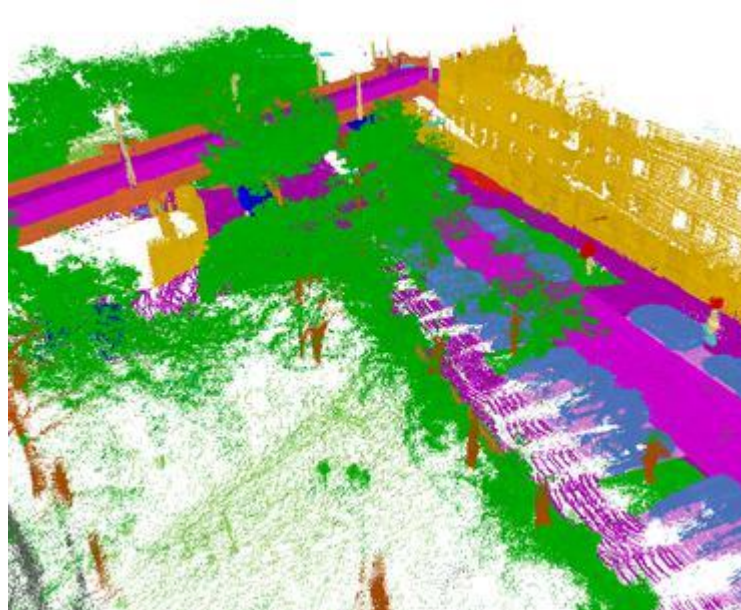
**Двумерная семантическая сегментация** - это задача компьютерного зрения, которая включает в себя разделение картинки на семантически значимые части или области.



 Road	 Sidewalk	 Building	 Fence
 Pole	 Vegetation	 Vehicle	 Unlabel

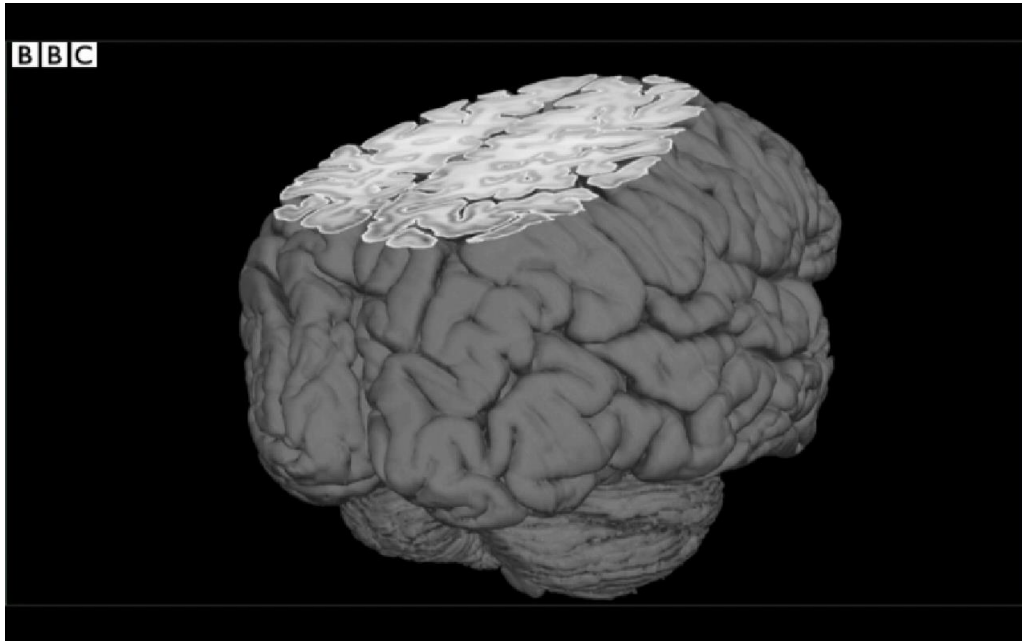


**Трёхмерная семантическая сегментация** - это задача компьютерного зрения, которая включает в себя разделение трёхмерного облака точек или трёхмерной сетки на семантически значимые части или области.



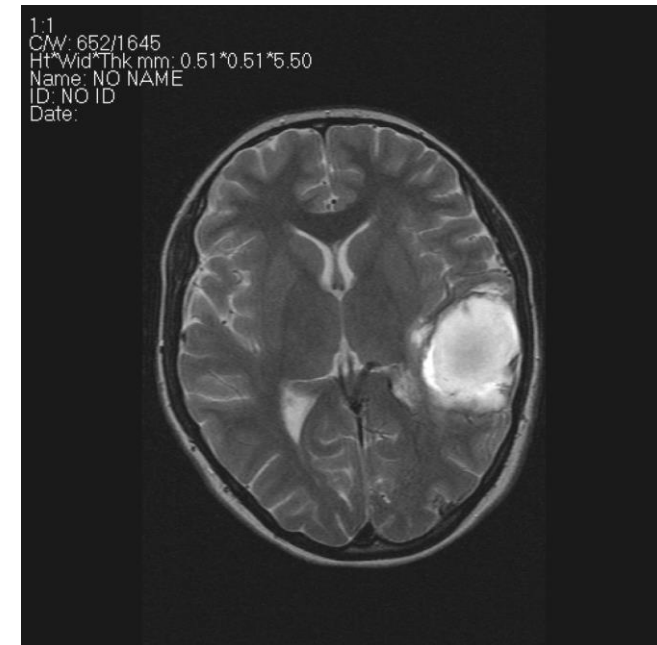


Наша задача: поиск очага инсульта на 3D изображении мозга



3D представление

Где-то есть очаг...

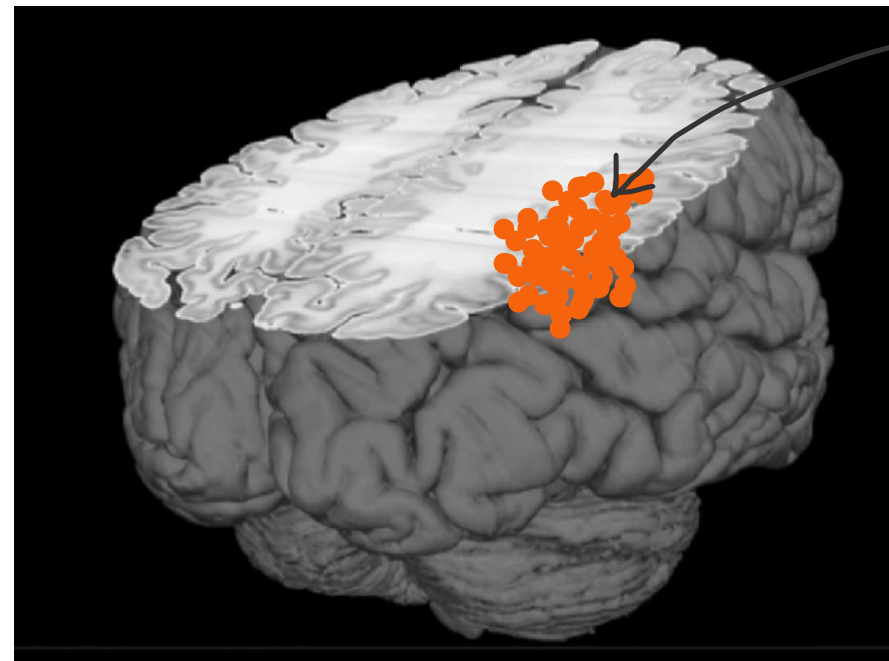


2D Срез



**Наша задача:** поиск очага инсульта на 3D изображении мозга

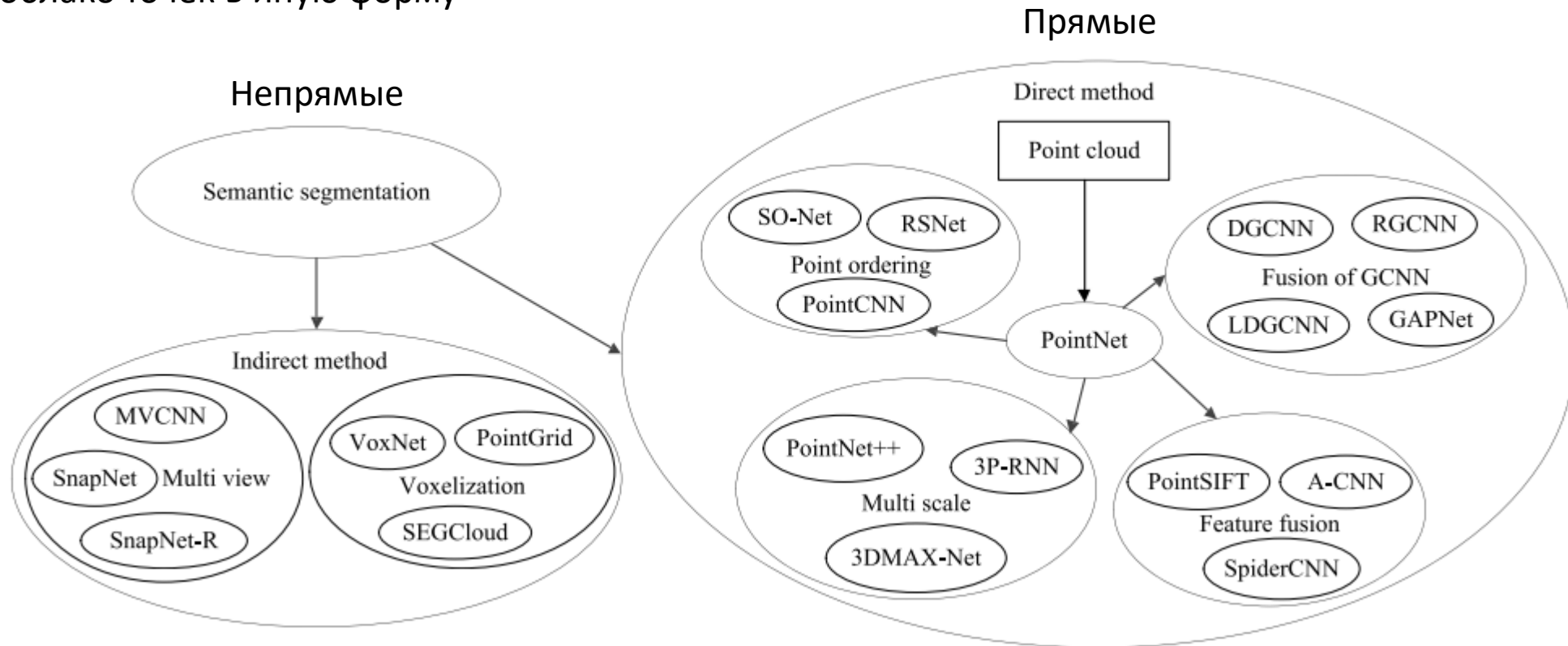
**Хотим:** сегментацию на 3D модели (или множестве срезов, поправьте меня)



Очаг инсульта

## Методы 3D сегментации

Прямые методы в качестве входных данных для нейронной сети непосредственно используют облако точек, а для использования не прямых методов, необходимо предварительно перевести облако точек в иную форму



# НЕПРЯМЫЕ МЕТОДЫ





## Непрямые методы: Multi-view подход

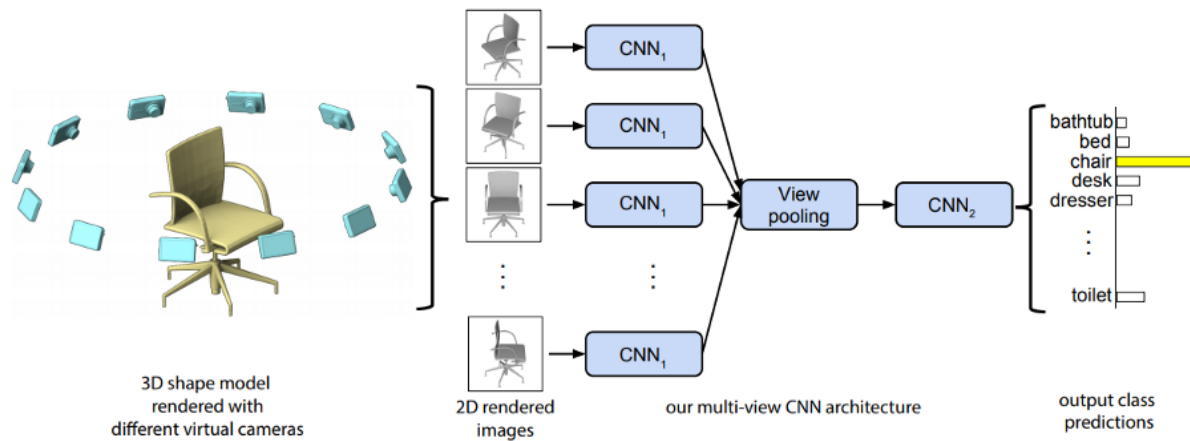
Суть: получение множества «снимков» (двумерных срезов) исходного облака точек с разных ракурсов и использование классических методов 2D Computer Vision

### Примеры подходов:

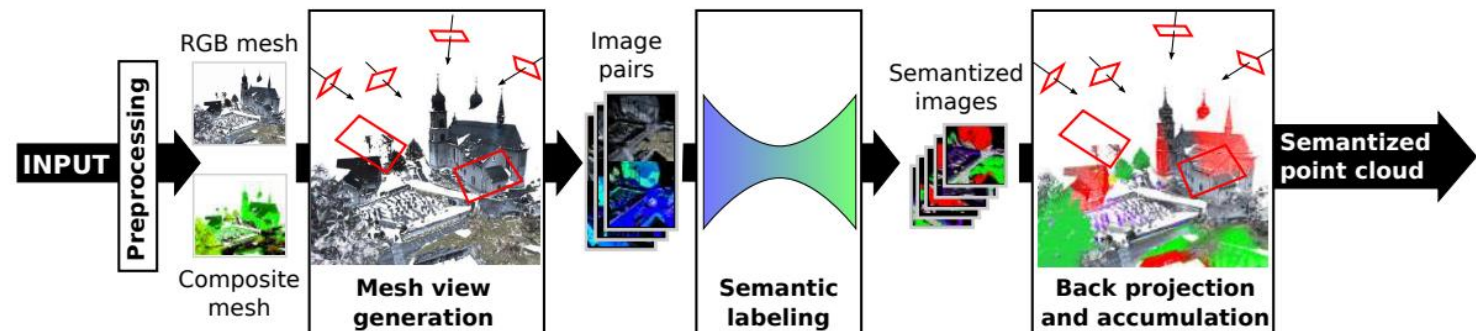
- MVCNN, 2015 [https://www.cv-foundation.org/openaccess/content\\_iccv\\_2015/papers/Su\\_Multi-View\\_Convolutional\\_Neural\\_ICCV\\_2015\\_paper.pdf](https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_iccv_2015/papers/Su_Multi-View_Convolutional_Neural_ICCV_2015_paper.pdf)
- SnapNet, 2017 [https://boulch.eu/files/2017\\_3dor-point.pdf](https://boulch.eu/files/2017_3dor-point.pdf)
- SnapNet-R, 2017 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_ICCV\\_2017\\_workshops/papers/w13/Guerry\\_SnapNet-R\\_Consistent\\_3D\\_ICCV\\_2017\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_ICCV_2017_workshops/papers/w13/Guerry_SnapNet-R_Consistent_3D_ICCV_2017_paper.pdf)
- ...

## Непрямые методы: Multi-view подход

- MVCNN, 2015



- SnapNet, 2017





## Непрямые методы: Voxel-based подход

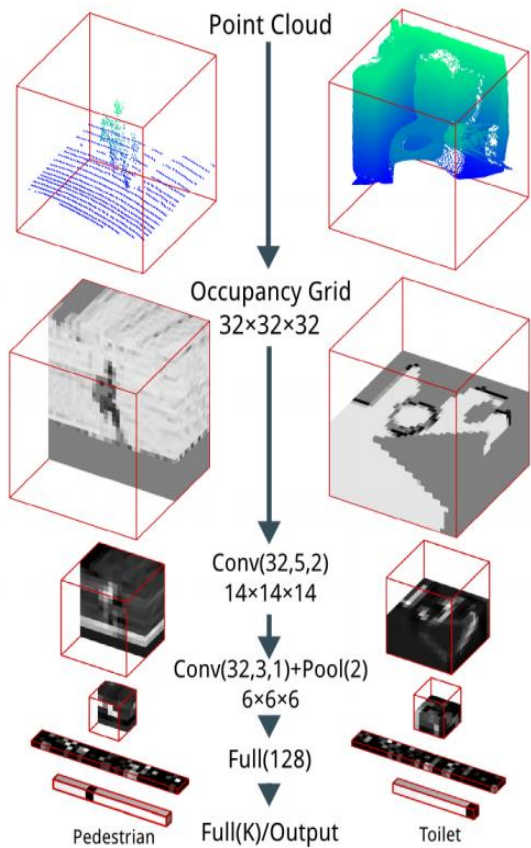
Суть: обобщение понятия сверток и других классических в Deep Learning операций для вокселя (3D аналог пикселя)

Примеры подходов:

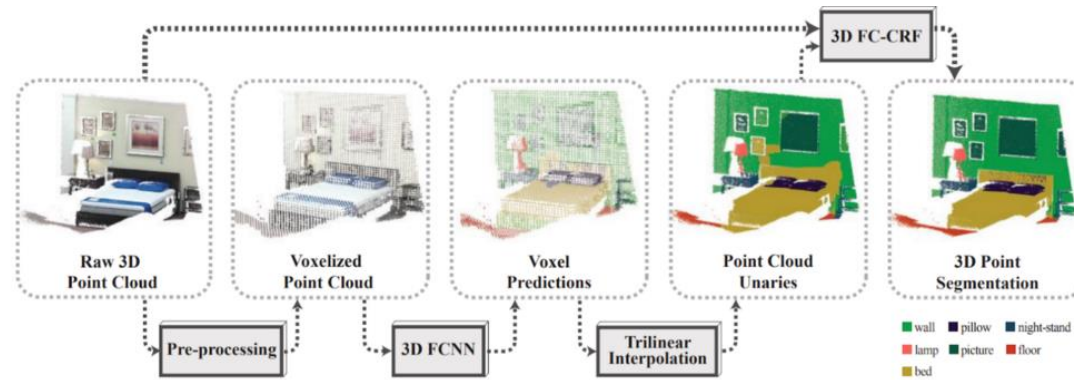
- VoxNet, 2015 <https://papers.nips.cc/paper/2018/file/f5f8590cd58a54e94377e6ae2eded4d9-Paper.pdf>
- SegCloud, 2017 <https://arxiv.org/pdf/1710.07563>
- PointGrid, 2018 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_cvpr\\_2018/papers/Le\\_PointGrid\\_A\\_Deep\\_CVPR\\_2018\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/papers/Le_PointGrid_A_Deep_CVPR_2018_paper.pdf)
- ...

# Непрямые методы: Voxel-based подход

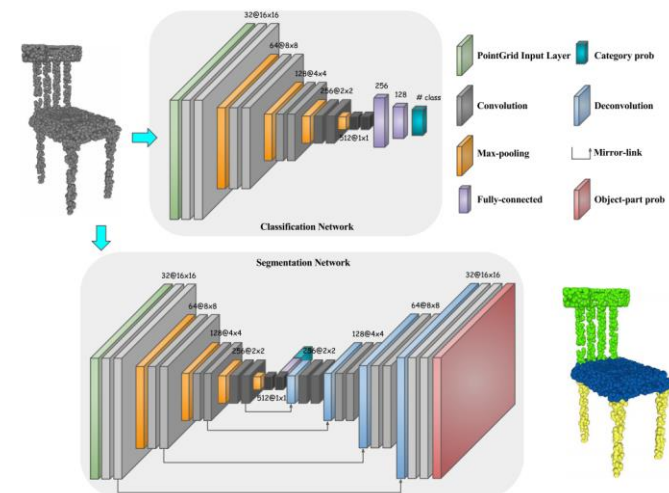
- VoxNet, 2015



- SegCloud, 2017



- PointGrid, 2018



# ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ

\*Приведенное разбиение на подгруппы предложено в статье: <https://habr.com/ru/companies/itmai/articles/534036>



## Прямые методы: Point ordering подход

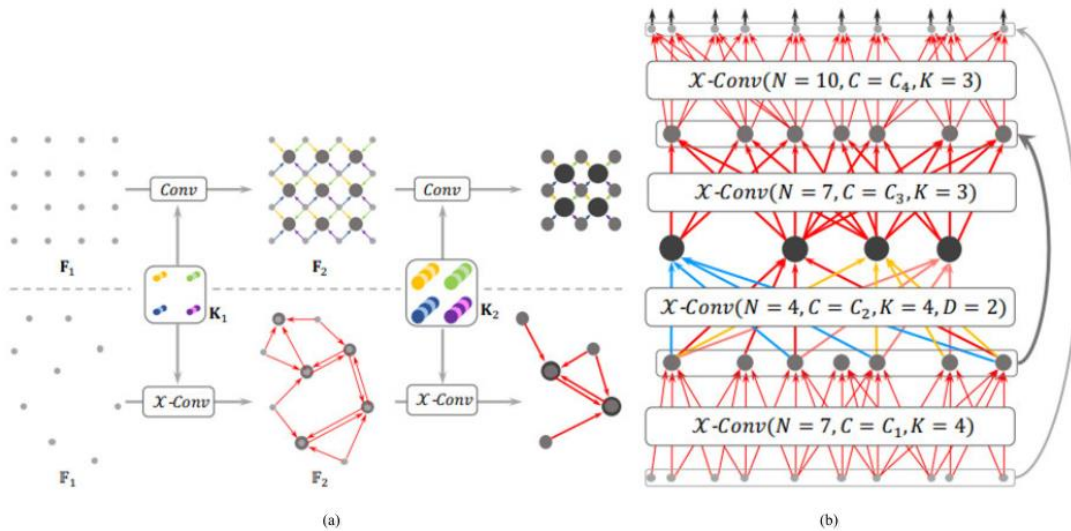
Суть: внутри модели есть метод, который борется с «неупорядоченностью» облака точек, объединяя их в связанные графы

Примеры подходов:

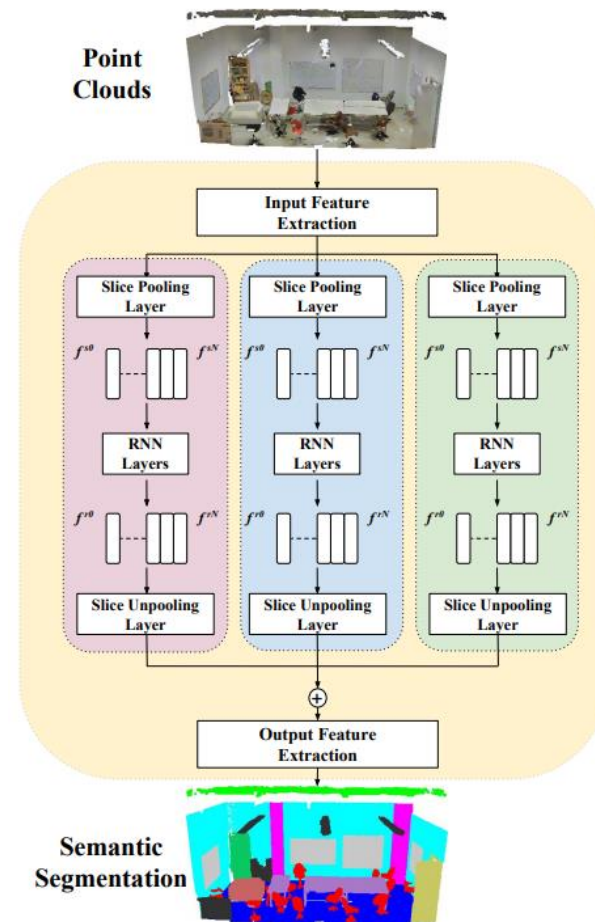
- PointCNN, 2018 <https://papers.nips.cc/paper/2018/file/f5f8590cd58a54e94377e6ae2eded4d9-Paper.pdf>
- RSNet, 2019 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_cvpr\\_2018/papers/Huang\\_Recurrent\\_Slice\\_Networks\\_CVPR\\_2018\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/papers/Huang_Recurrent_Slice_Networks_CVPR_2018_paper.pdf)
- SO-Net, 2018 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_cvpr\\_2018/papers/Li\\_SO-Net\\_Self-Organizing\\_Network\\_CVPR\\_2018\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/papers/Li_SO-Net_Self-Organizing_Network_CVPR_2018_paper.pdf)

# Прямые методы: Point ordering подход

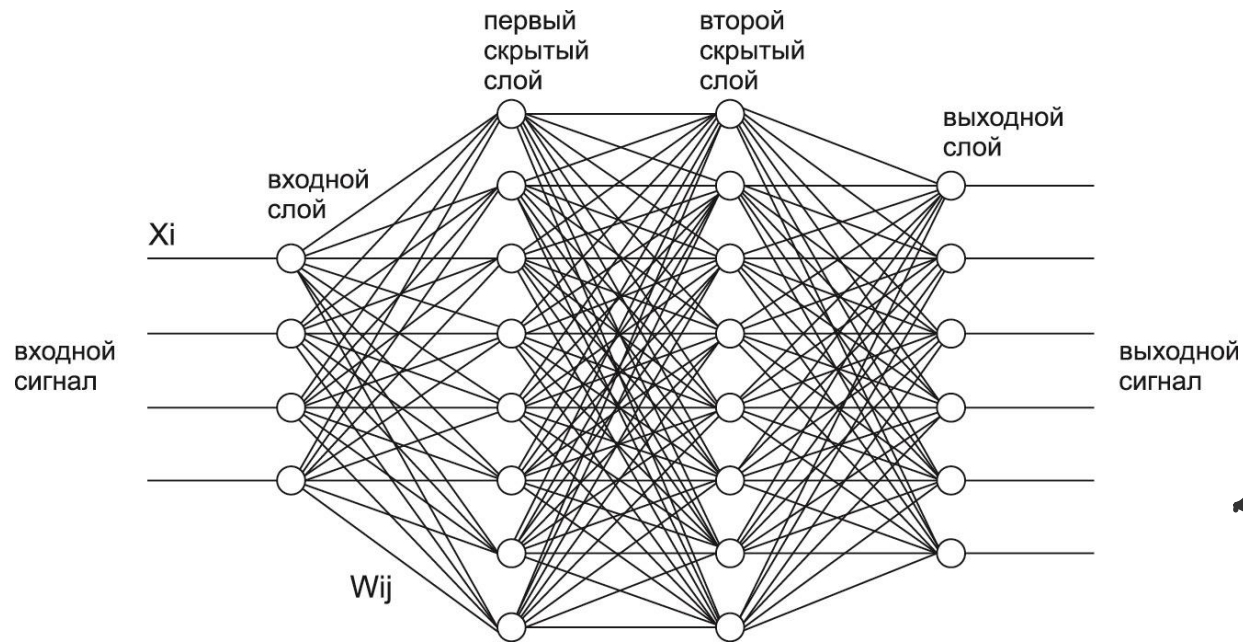
- PointCNN, 2018



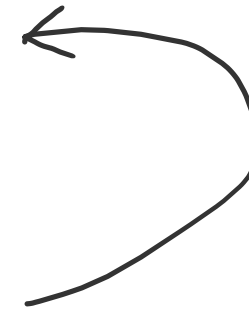
- RSNet, 2019



## Прямые методы: Point ordering подход



Многослойный персептрон







## Прямые методы: Multi scale подход

Суть: внутри модели есть метод, который борется с разностью «масштаба» данных

Почему это важно?

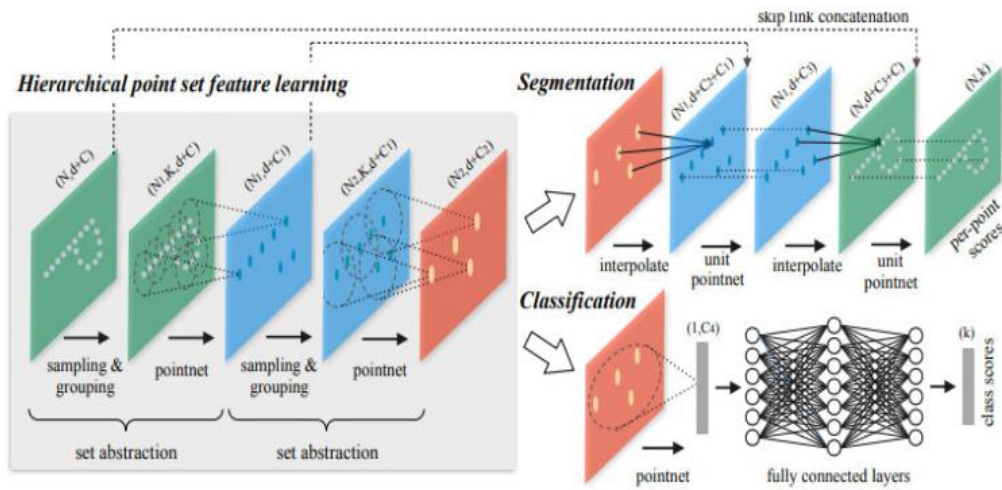
- Свертка с одинаковыми параметрами на входных данных разного размера будет распознавать разные признаки: либо крупные и глобальные, либо мелкие и локальные
- Размер здесь чуть менее тривиальное понятие по сравнению с обычными картинками

Примеры подходов:

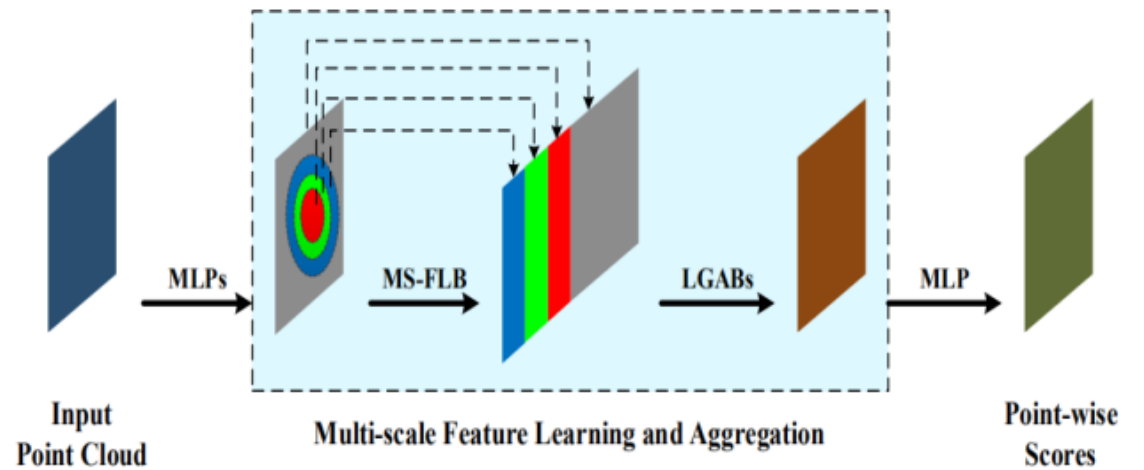
- PointNet++, 2017 <https://papers.nips.cc/paper/2017/file/d8bf84be3800d12f74d8b05e9b89836f-Paper.pdf>
- 3DMax-Net, 2018 <https://ieeexplore.ieee.org/document/8546281>
- 3P-RNN, 2018 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_ECCV\\_2018/papers/Xiaoqing\\_Ye\\_3D\\_Recurrent\\_Neural\\_ECCV\\_2018\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_ECCV_2018/papers/Xiaoqing_Ye_3D_Recurrent_Neural_ECCV_2018_paper.pdf)

# Прямые методы: Multi scale подход

- PointNet++, 2017



- 3DMax-Net, 2018





## Прямые методы: Feature Fusion подход

Суть: создается несколько моделей, каждая из которых заточена на поиск определенного семейства признаков.

Почему это важно?

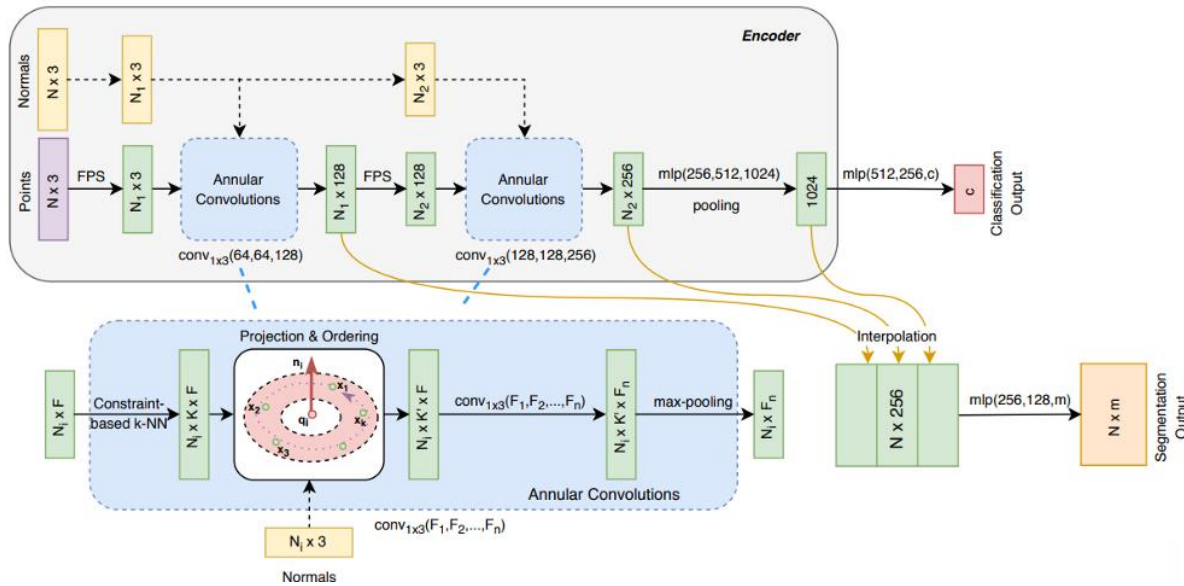
- Если 3D сцена достаточно разноплановая, то есть там есть большая картина и множество объектов поменьше, нужно уметь находить информативные признаки как для глобальных сюжетов, так и для локальных.

Примеры подходов:

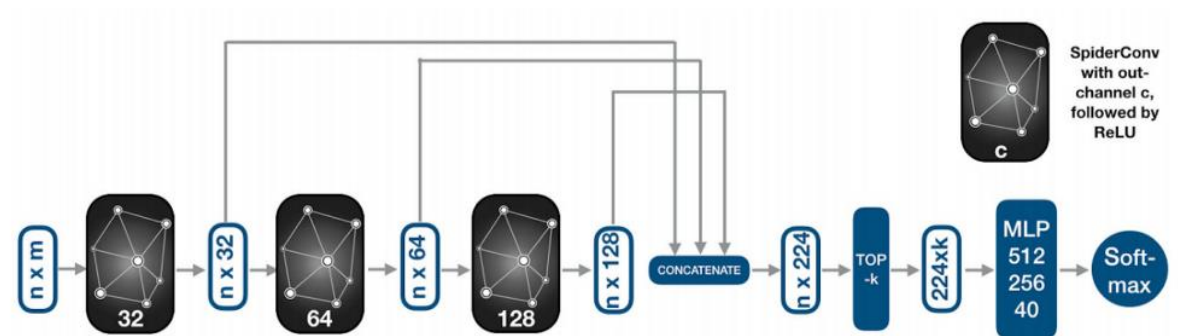
- PointSIFT, 2018 <https://arxiv.org/abs/1807.00652>
- A-CNN, 2019 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_CVPR\\_2019/papers/Komarichev\\_A-CNN\\_Annularly\\_Convolutional\\_Neural\\_Networks\\_on\\_Point\\_Clouds\\_CVPR\\_2019\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_CVPR_2019/papers/Komarichev_A-CNN_Annularly_Convolutional_Neural_Networks_on_Point_Clouds_CVPR_2019_paper.pdf)
- SpiderCNN, 2018 [https://openaccess.thecvf.com/content\\_ECCV\\_2018/papers/Yifan\\_Xu\\_SpiderCNN\\_Deep\\_Learning\\_ECCV\\_2018\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_ECCV_2018/papers/Yifan_Xu_SpiderCNN_Deep_Learning_ECCV_2018_paper.pdf)

# Прямые методы: Feature Fusion подход

- A-CNN, 2019



- SpiderCNN, 2018





## Прямые методы: Fusing GCNN подход

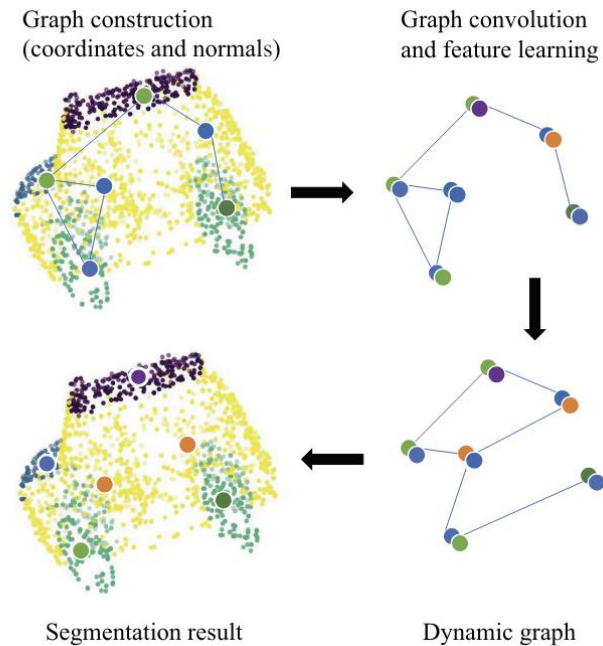
Суть: если есть возможность восстановить информацию о поверхности объекта, то можно попытаться применить специфические свойства пространственных графов для решения задачи классификации и сегментации.

- Такие модели базируются на Graph Convolutional Neural Networks (GCNN)

Примеры подходов:

- DGCNN, 2018 <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3326362>
- LDGCNN, 2019 <https://arxiv.org/abs/1904.10014>
- RGCNN, 2018 <https://arxiv.org/pdf/1806.02952>
- GAPNet, 2018 <https://arxiv.org/abs/1905.08705>

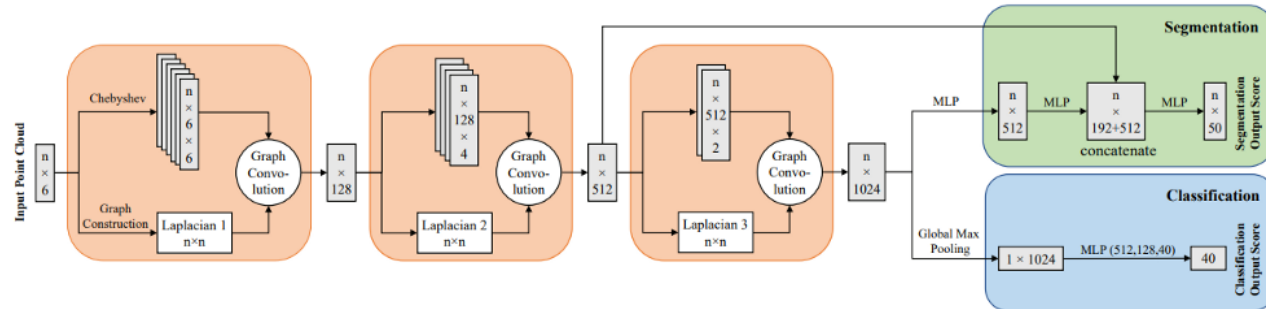
## Прямые методы: Fusing GCNN подход, про динамические графы



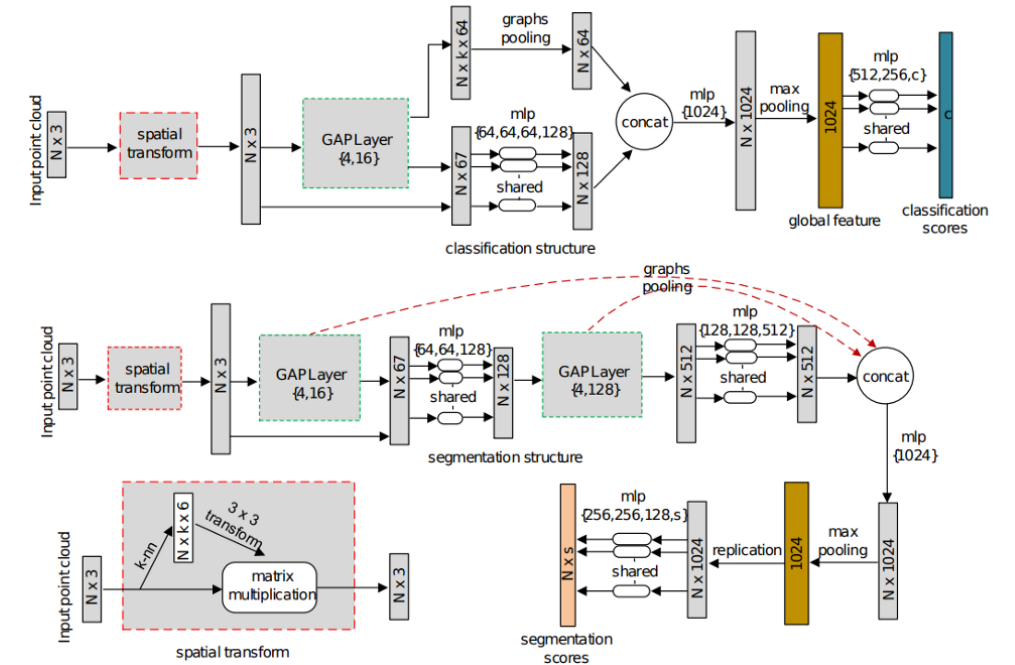
Графы строятся на основе входных координат  $(x, y, z)$  и нормали к каждой точке, во время обучения происходит свертка графа и изучение объекта, графы адаптивно обновляются

# Прямые методы: Fusing GCNN подход

- RGCNN, 2018



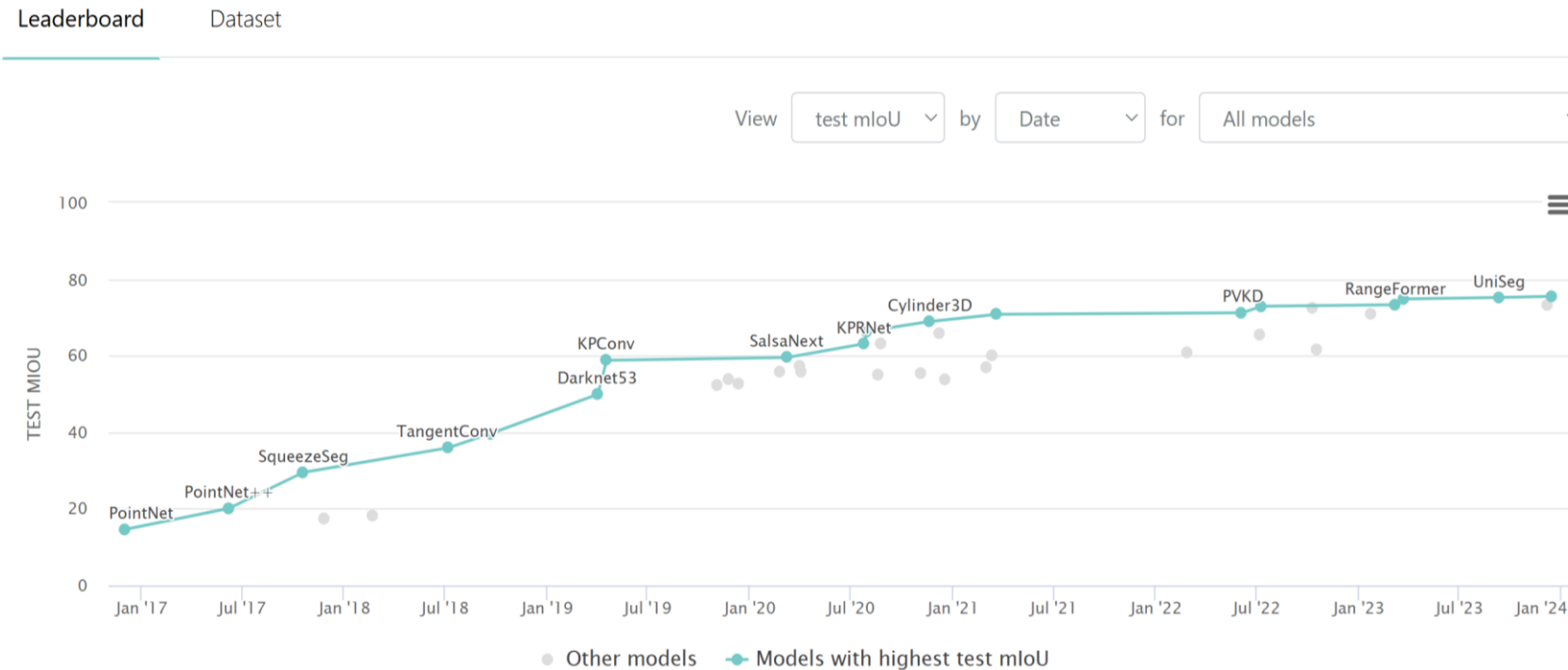
- GAPNet, 2018



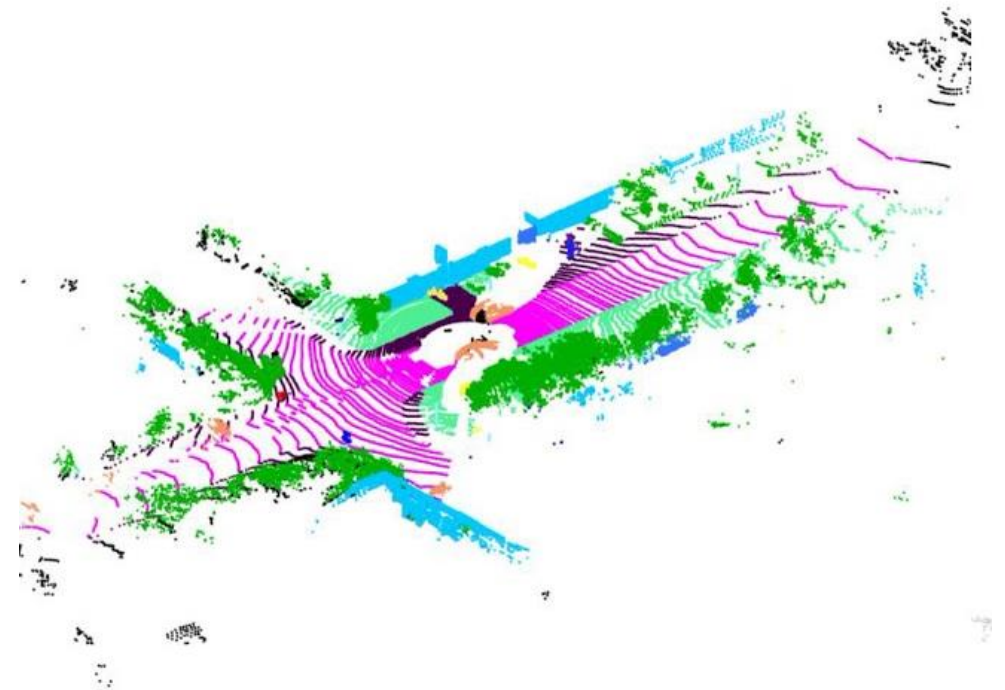
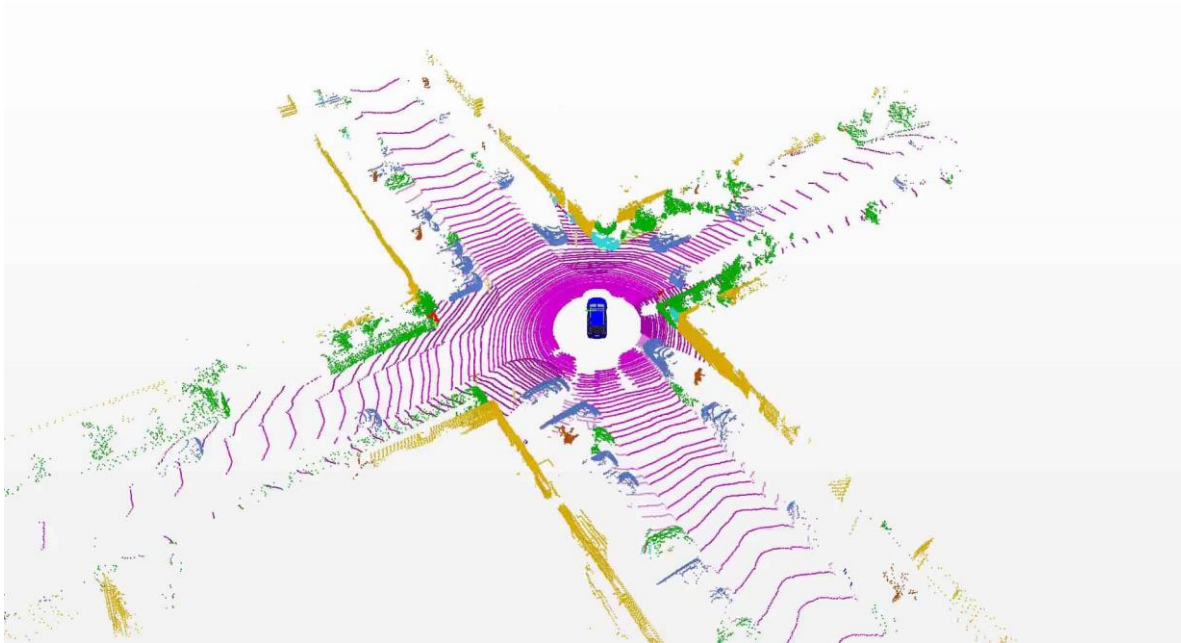
ЛУЧШИЕ МОДЕЛИ



- **Лучшие модели, по данным paperswithcode.com**



- **Метрика качества:** Mean Intersection over Union (MIOU)
- **Тестовые данные:** SemanticKITTI, <https://github.com/PRBonn/semantic-kitti-api>



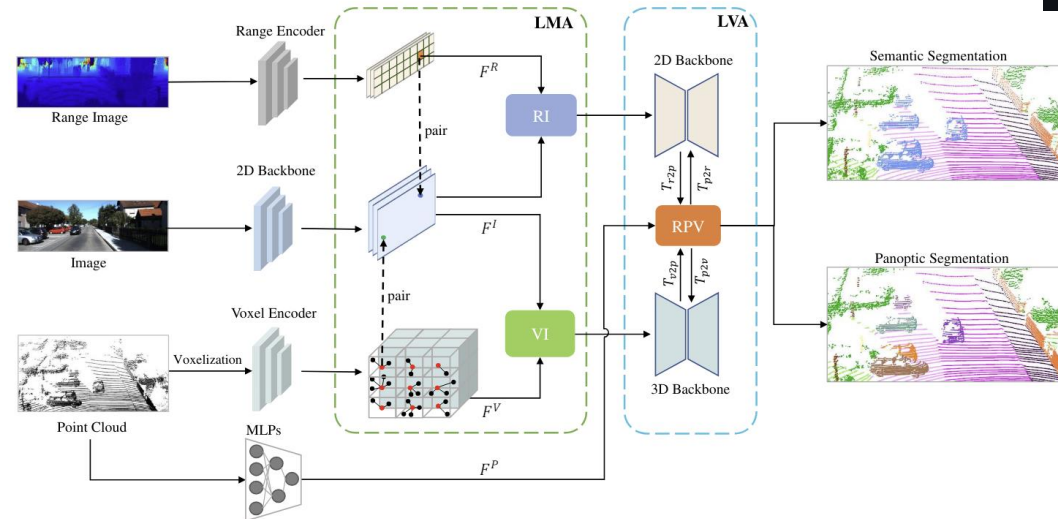
- **Тестовые данные:** SemanticKITTI, <https://github.com/PRBonn/semantic-kitti-api>
- Осторожно! Датасет весит 80 GB

# UniSeg: A Unified Multi-Modal LiDAR Segmentation Network and the OpenPCSeg Codebase, 2023

Github: доступны веса предобученной модели

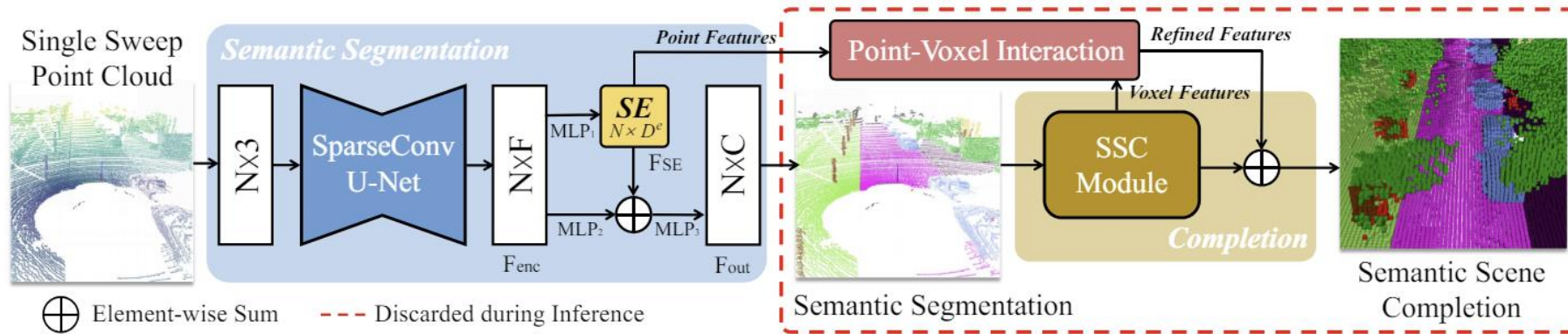


	training time	mIoU	download
<a href="#">MinkowskiNet</a>	~12.0 hours	70.04	<a href="#">model-737M</a>
<a href="#">Cylinder3D</a>	~8.7 hours	66.07	<a href="#">model-56M</a>
<a href="#">SPVCNN</a>	~13.1 hours	68.58	<a href="#">model-166M</a>
<a href="#">RPVNet</a>	~14.5 hours	68.86	<a href="#">model-980M</a>



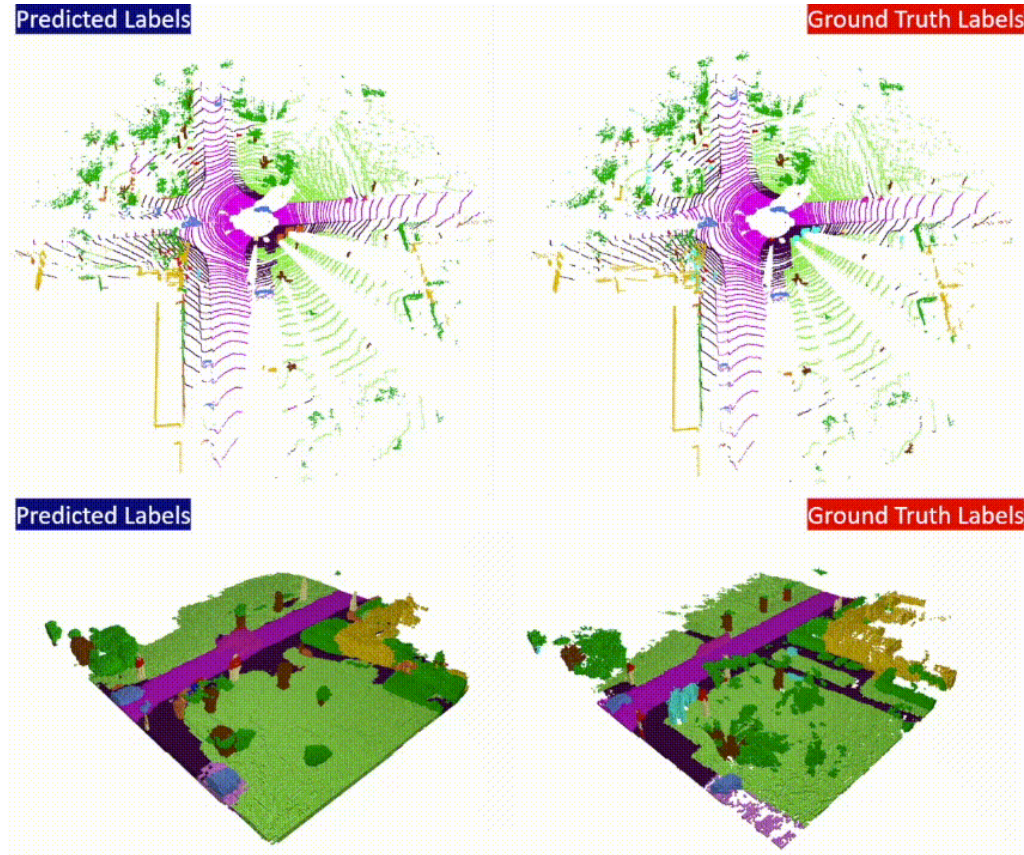
# JS3C-Net, 2020

Github: доступны веса предобученной модели





# JS3C-Net, 2020





Подумать:

- Действительно ли нам нужен SOTA подход или можно обойтись чем-то попроще?
- Как сделать из МРТ облако точек и подать на вход модели?



Ссылки на Github моделей, которые работают непрямым подходом. Они сильно проще в инференсе (как будто)



- VoxNet, 2015



- PointGrid, 2018



- SnapNet, 2017

И прямым подходом. Нашла несколько  
не очень страшных :)



- DGSNN, 2018



- SpiderCNN, 2018



- Idgcnn, 2019



