



RAMBLER&Co



Topcoder Konica Minolta Pathological Image Segmentation Challenge

Сегментация гистологических изображений

Евгений Нижицкий (@nizhib)

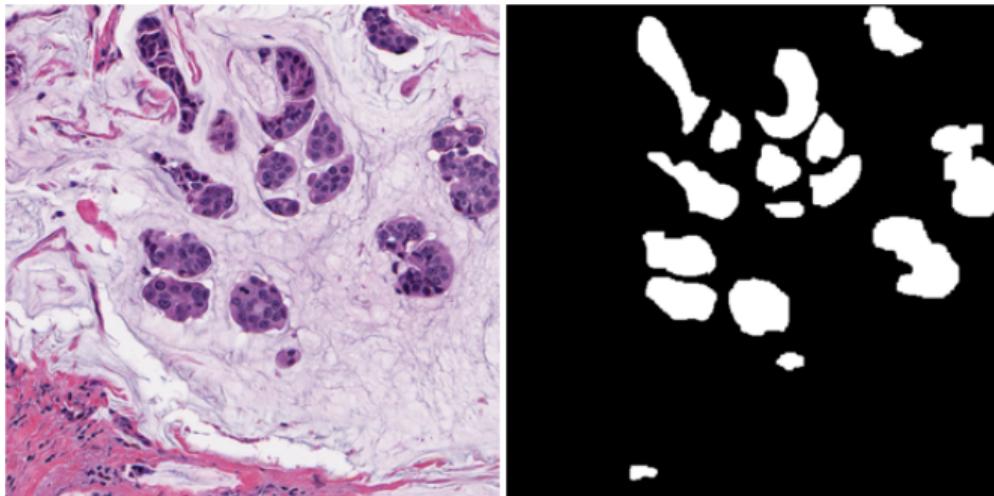
Артур Кузин (@n01z3)

Как был устроен конкурс

Постановка задачи

Задача – выделение регионов на гистологических снимках размером 500x500 px.

Метрика качества – $1000000 \times \frac{F1_{\text{micro}} + \text{Dice}_{\text{instance-wise}}}{2}$.



- Обучающая выборка: 168 снимков
- Тестовая выборка: 162 снимка

Как был устроен конкурс

Особенности проведения

- Конкурс проводился на площадке TopCoder
- Найти нужные 4 страницы было самым сложным в конкурсе
- Отправка – каждые 2 часа, тестовая отправка – каждые 20 минут
- Формат сабмита – транспонированные маски в формате txt в zip-архиве
- При наличии поддиректории или отсутствии трейна – отдыхаем 2 часа
- Полную историю сабмитов можно получить только из присылаемых писем

А когда-то нам не нравилось это:

-22



Competition Redesign

Ben Hamner 7 months ago

Как можно было делать

Что там с сегментацией (1/2)

Source	Model	CityScapes IoU	VOC 2012 mIoU	CamVid IoU
1411.4038	FCN	65.3	62.2	57.0
1412.7062	DeepLab-V1	63.1	68.7	61.6
1502.03240	CRF-RNN	62.5	72.0	
1504.01013	Piecewise	71.6	75.3	
1505.04366	DeconvNet		72.5	48.9
1505.04597	U-Net			
1509.02634	DPN (deep)	66.8	74.1	
1511.00561	SegNet	56.1	59.1	65.2
1511.07122	Dilation	67.1		65.3
1603.08695	SharpMask			
1605.02264	LRR	69.7	74.7	
1606.00915	DeepLab-V2	70.4	71.6	

Как можно было делать

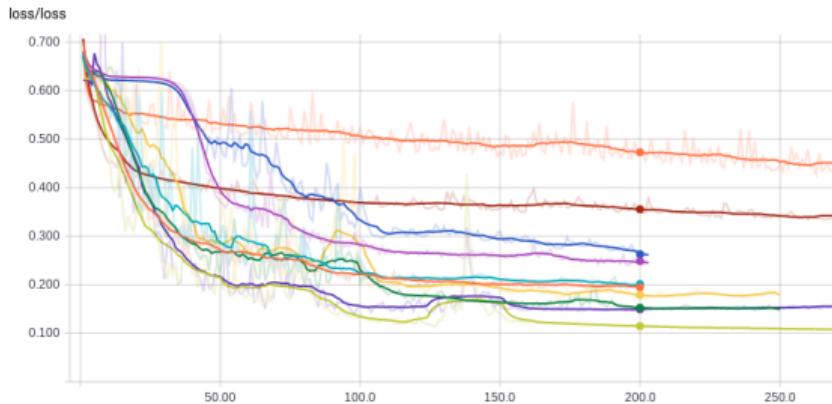
Что там с сегментацией (2/2)

Source	Model	CityScapes IoU	VOC 2012 mIoU	CamVid IoU
1611.06612	RefineNet	73.6	83.4	
1611.08323	FRRN	71.8		
1611.09326	DenseNet		68.7	66.9
1612.01105	PSPNet	78.4	82.6	
1703.00551	LRN		64.2	61.7
CVPR-17	G-FRNet		68.2	68.7
CVPR-17	G-FRNet+CRF		70.4	71.0
CVPR-17	G-FRNet-101		79.3	77.8
1704.08545	ICNet	69.5		
1706.05587	DeepLab-V3		85.7	
1707.01629	DPN (dual)		74.8	
1707.03718	LinkNet	76.4		68.3

Как можно было делать

Обучаем модели

Тренировочную выборку разделяем на 6 случайных сплитов.
Пробуем архитектуры U-Net, ENet и LinkNet:



Name	Smoothed	Value	Step	Time	Relative
enet_train	0.1950	0.1950	200.0	Thu Jul 27, 17:08:13	54m 34s
enet_valid	0.2014	0.2014	200.0	Thu Jul 27, 17:08:16	54m 34s
linknet_18_001_48_train	0.2485	0.2429	200.0	Sat Jul 29, 00:19:23	19m 32s
linknet_18_001_48_valid	0.2631	0.2641	200.0	Sat Jul 29, 00:19:25	19m 32s
linknet_18_train	0.1526	0.1510	200.0	Fri Jul 28, 22:37:26	20m 44s
linknet_18_valid	0.1791	0.1759	200.0	Fri Jul 28, 22:37:28	20m 45s
linknet_34_train	0.1148	0.1146	200.0	Fri Jul 28, 18:40:17	1h 4m 27s
linknet_34_valid	0.1495	0.1489	200.0	Fri Jul 28, 18:40:19	1h 4m 26s
unet_400_train	0.3555	0.3509	200.0	Fri Jul 28, 03:18:46	1h 46m 32s
unet_400_valid	0.4730	0.4802	200.0	Fri Jul 28, 03:18:49	1h 46m 32s

Как можно было делать

Фрустрируем

Информативность CV оставляет желать лучшего:

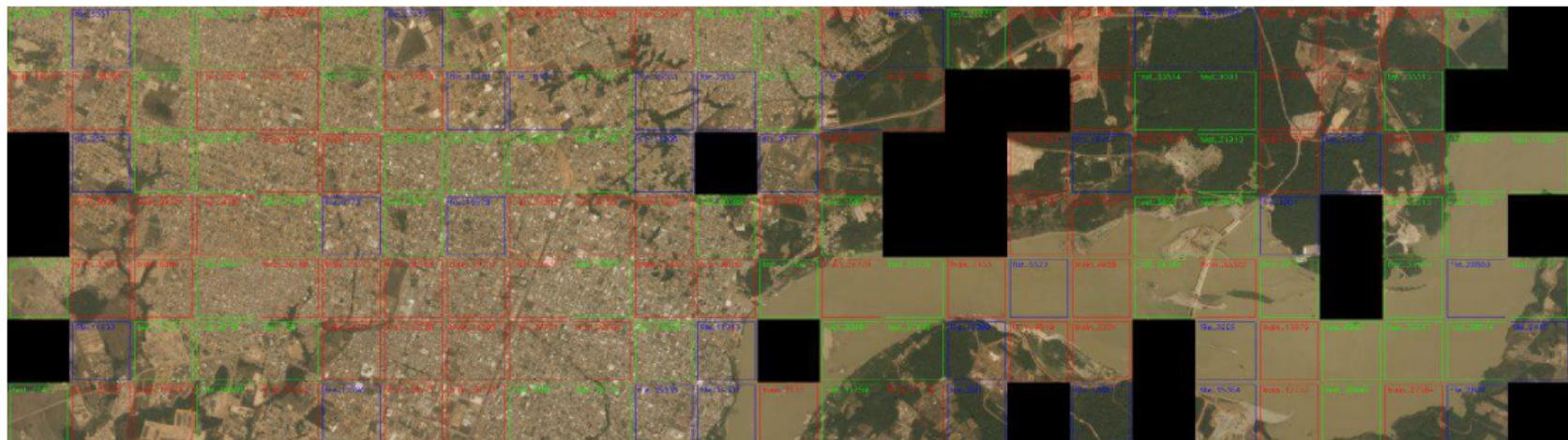
Модель	CV	LB
E-Net, SGD($lr=0.02/0.002$), 200 эпох	836533.36	754414.23
LinkNet-18, SGD($lr=0.02$), 150 эпох	868841.06	792269.57
LinkNet-34, SGD($lr=0.02$), 150 эпох	885779.57	784527.99

Что-то здесь явно не так!

Как все тайное стало явным

Мозаичная гипотеза

В одном из предудыщих конкурсов на основе выданных изображений можно было построить мозаику, из которой они были изначально нарезаны:



Это, в частности, позволяло интегрировать предикты или ответы соседей.

Может быть, здесь так же?

Как все тайное стало явным

Построение мозаики

- Ищем попарные расстояния между всеми границами и отражениями
- Заводим таблицу с ближайшими кандидатами на 4-соседство
- Подбираем порог, по которому склеиваем
- Отсеиваем лишние, запоминаем, повышаем порог, повторяем

Выводы

Как все тайное стало явным

Построение мозаики

- Ищем попарные расстояния между всеми границами и отражениями
- Заводим таблицу с ближайшими кандидатами на 4-соседство
- Подбираем порог, по которому склеиваем
- Отсеиваем лишние, запоминаем, повышаем порог, повторяем

Выводы

1. Обучающая выборка это не 168x500x500, а 42x1000x1000!
(Именно поэтому CV при случайных сплитах неинформативен.)

Как все тайное стало явным

Построение мозаики

- Ищем попарные расстояния между всеми границами и отражениями
- Заводим таблицу с ближайшими кандидатами на 4-соседство
- Подбираем порог, по которому склеиваем
- Отсеиваем лишние, запоминаем, повышаем порог, повторяем

Выводы

1. Обучающая выборка это не $168 \times 500 \times 500$, а $42 \times 1000 \times 1000$!
(Именно поэтому CV при случайных сплитах неинформативен.)
2. Тестовая выборка это $30 \times 1000 \times 1000 \cup 42 \times 500 \times 500$.

Как все тайное стало явным

Страшная правда про тест

После повышения порога при тщетных попытках склеить с чем-нибудь оставшиеся 42 тайла склеились два совершенно неподходящих участка, но при этом **очень похожих**.

Как все тайное стало явным

Страшная правда про тест

После повышения порога при тщетных попытках склеить с чем-нибудь оставшиеся 42 тайла склеились два совершенно неподходящих участка, но при этом **очень похожих**.

Оказалось, что этот один тестовый тайл всего лишь не что иное, как кроп с поворотом из исходного большого трейн-тайла (для которого есть истинная маска)!

Как все тайное стало явным

Страшная правда про тест

После повышения порога при тщетных попытках склеить с чем-нибудь оставшиеся 42 тайла склеились два совершенно неподходящих участка, но при этом **очень похожих**.

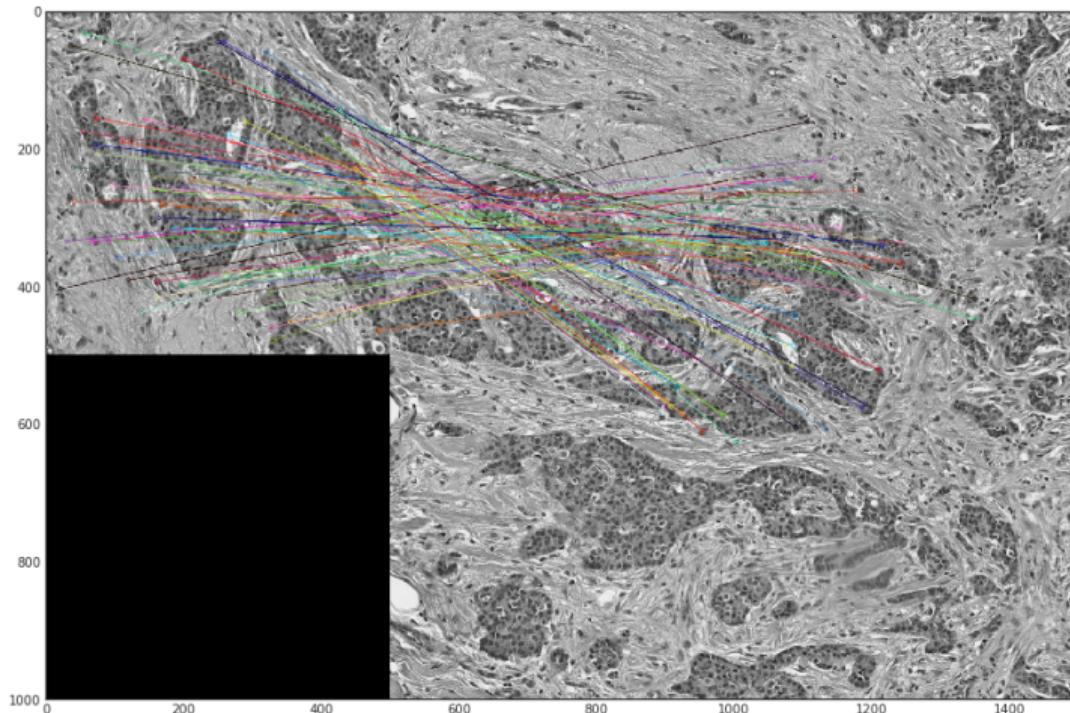
Оказалось, что этот один тестовый тайл всего лишь не что иное, как кроп с поворотом из исходного большого трейн-тайла (для которого есть истинная маска)!

И вообще для тех 42 из 162 изображений теста есть скрытые ответы в трейне!

Как все тайное стало явным

Матчим тестовые тайлы

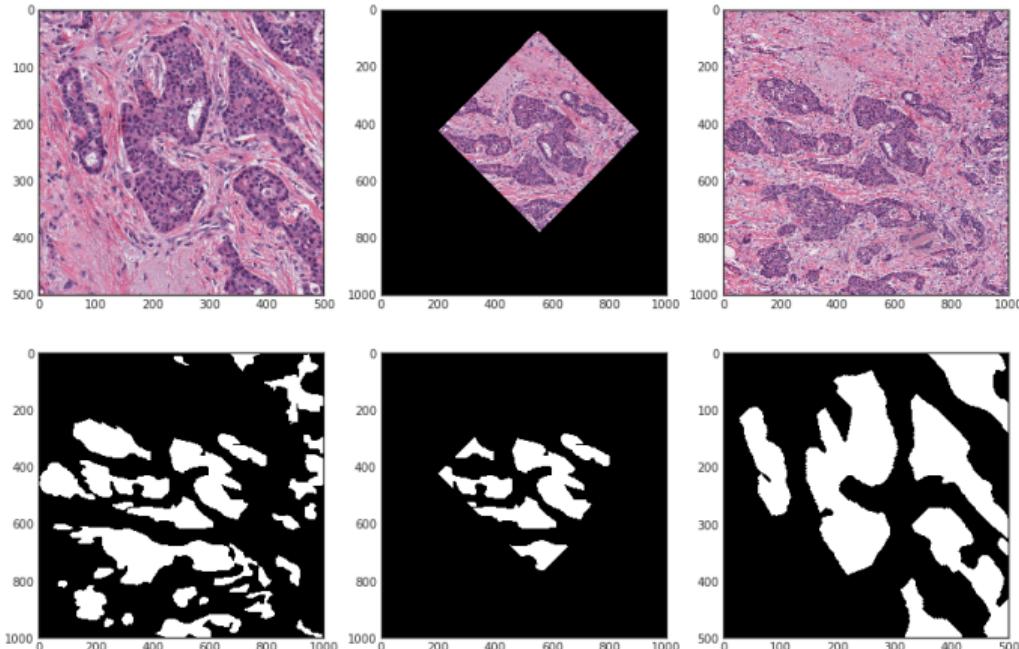
Вооружаемся SURF'ом, OpenCV и ищем соответствия:



Как все тайное стало явным

Пишем пайпайн для разметки теста

Добавляем щепотку матриц евклидовых преобразований, получаем, что надо:



В каком еще конкурсе такое качество разметки может дать OpenCV? :)

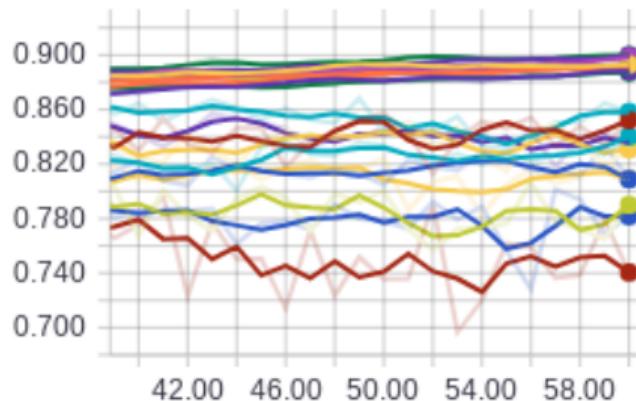
Как надо было делать

Обучаем правильные модели

- Сплиты не по маленьким, а по большим тайлам;
- При обучении вырезаем 500x500 из 1000x1000 с аугментацией;
- Времени осталось только на один U-Net и несколько LinkNet'ов.

На валидации стали выдаватьсь скоры, похожие на правду:

loss/score



Как надо было делать

Делаем правильные посылки

Сделанные посылки

Модель	CV	LB
LinkNet_1	828258	788847
LinkNet_2	818750	804933
LinkNet_3	818825	817610
U-Net	815583	803224

[nizhib/topcoder_pathology_segmentation](#)

Предварительный LB

Handle	Provisional Rank	Provisional Score
smudge	1	827 555,94
pfr	2	823 124,11
EgorLakomkin	3	820 008,99
vkassym	4	817 980,17
ualabs	5	817 948,71
<u>nizhib</u>	6	817 610,98
albu	7	816 832,47
zaq1xsw2tktk	8	815 273,10
forcesh	9	815 042,40
ZFTurbo	10	813 285,98
<u>n01z3</u>	11	812 732,55
ternaus	12	811 452,77
dulyanov	13	807 902,73
jgc128	14	806 322,36
cannab	15	800 686,81

Как было сделано для призового места

tldr.py

```
from ZFTurbo.unet_model import ZF_UNET_224, ZF_UNET_512, ZFconfig
from n01z3 import unet
import pytorch, imgaug, dataset

oof_train, oof_test = [], []

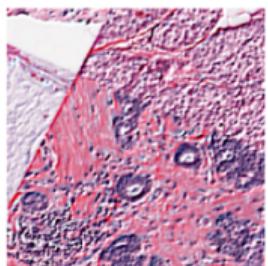
for model in [ZF_UNET_224, ZF_UNET_512]:
    model.fit_5folds(dataset.train, config=ZFconfig)
    oof_train.append(model.predict_oof_tta(dataset.train))
    oof_test.append(model.predict_oof_tta(dataset.test))

for loss in ['bce', 'bce_dice', 'bce_jaccard']:
    unet.fit_6folds(dataset.train, loss, pytorch.awesome_iterator)
    oof_train.append(unet.predict_oof_tta(dataset.train))
    oof_test.append(unet.predict_oof_tta(dataset.test))

masks = gmean(oof_test) > thresh(oof_train)
topcoder_hateful_brainfuck_interface_submit(masks)
```

Как было сделано для призового места

Разминочный подход



augmentation

- rotate (reflect)
- resize
- mirror
- flip
- crop

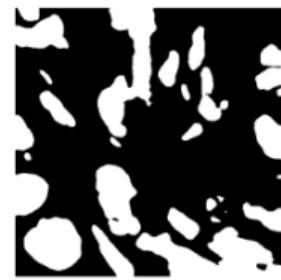


ZF_UNET_224

- Adam($lr=5e-4$)
- batch_size=20
- num_patient=50

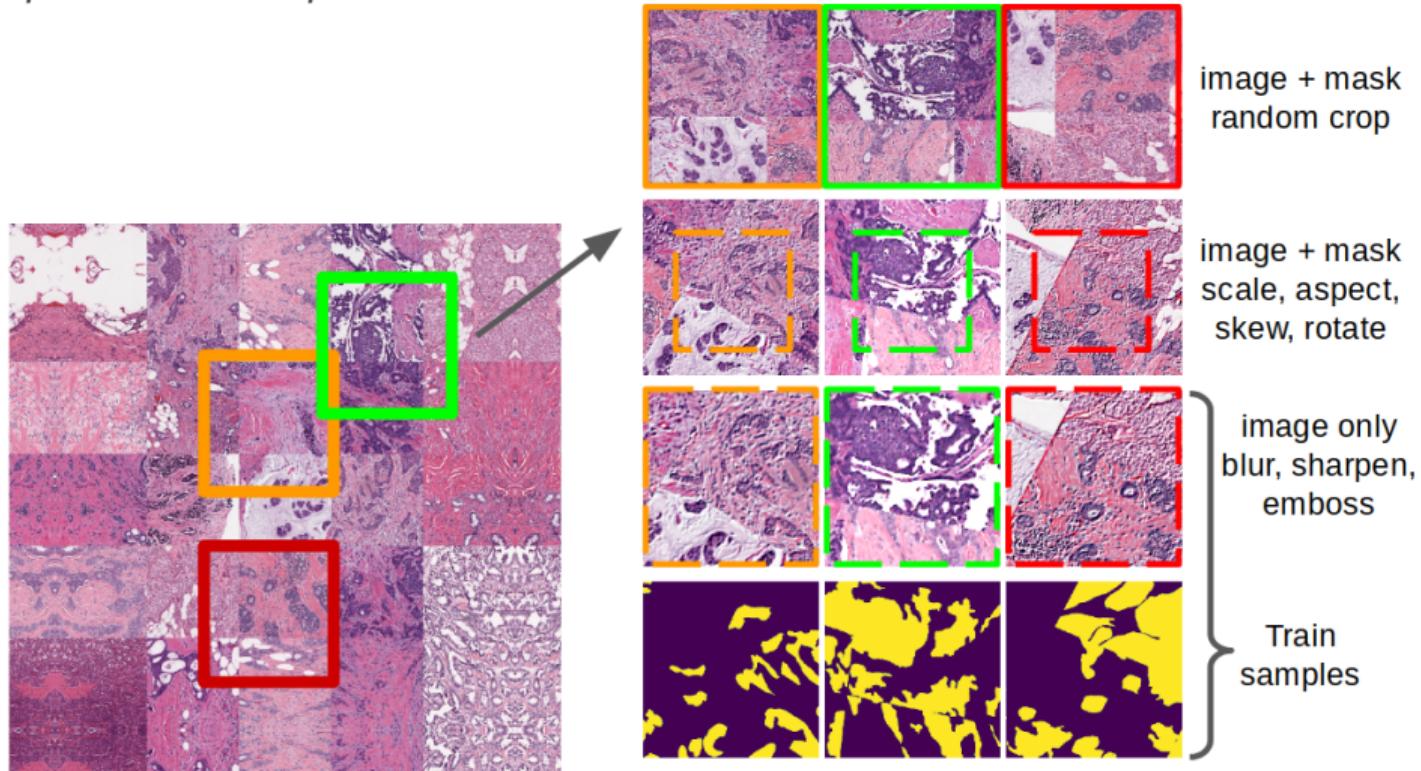
ZF_UNET_512

- Adam($lr=1e-4$)
- batch_size=12
- num_patient=50



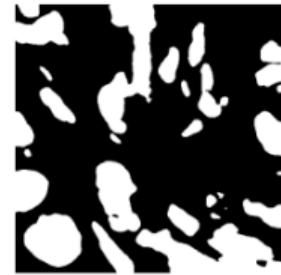
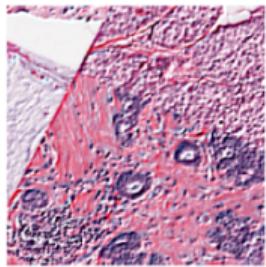
Как было сделано для призового места

Предобработка изображений



Как было сделано для призового места

Высокоповторный подход



img & mask

for loss in

- rotate
- scale, aspect, skew
- mirror, flip, transpose
- BCE
- BCE - log(Dice)
- BCE - log(Jaccard)
- 3 лучших чекпоинта
- TTA: D4

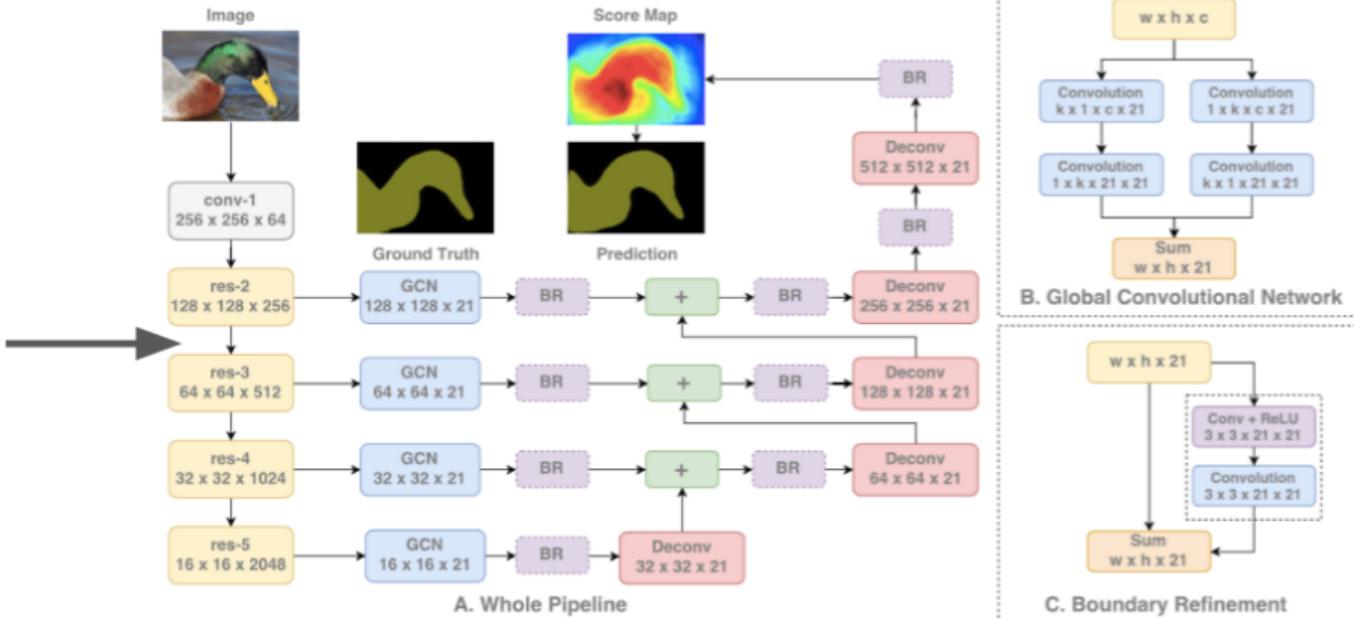
img only

for _ in range(3):

- blur, sharpen, emboss
- Adam(0.01, 0.001, 0.0001)
- SGD(0.001) img&mask aug

Как было сделано для призового места

Добавляющий подход

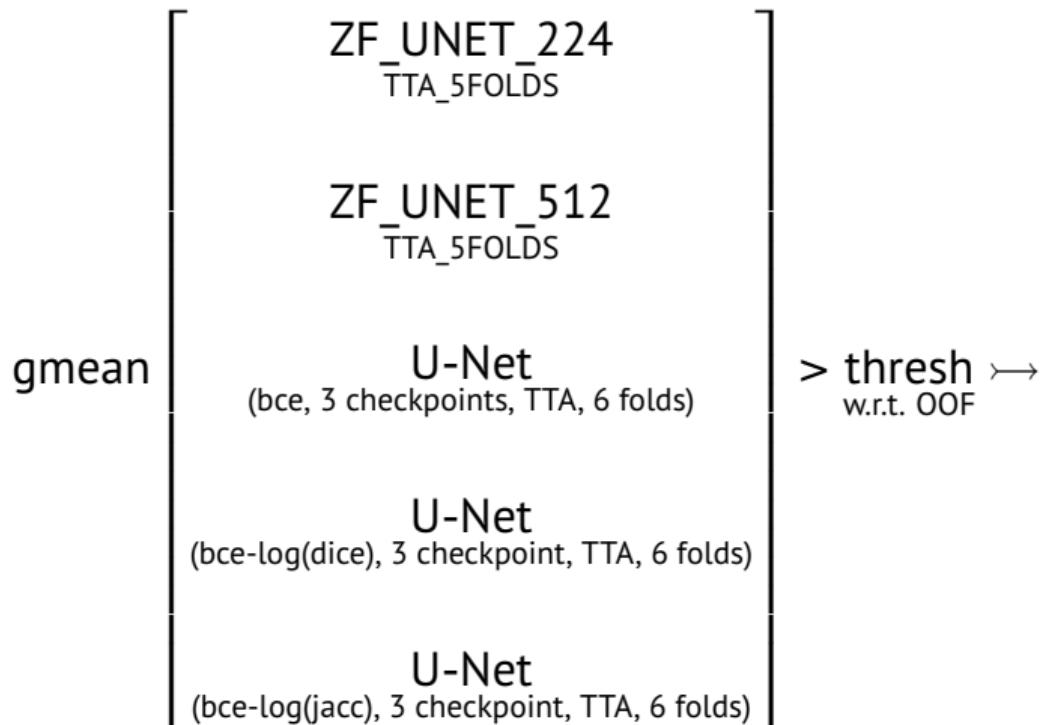


arXiv:1703.02719

blog.qure.ai/notes/semantic-segmentation-deep-learning-review

Как было сделано для призового места

Итоговый пайплайн



n01z3/topcoder_Pathology_Segmentation-TCO17

@nizhib & @n01z3

Topcoder Konica Minolta Pathological Image Segmentation Challenge

19 / 23

Rank	Handle	Final Score
1	smudge	860 421,26
2	n01z3	857 612,24
3	vkassym	855 453,57
4	dulyanov	855 356,45
5	ternaus	849 265,13
6	pfr	849 113,01
7	ZFTurbo	848 728,42
8	nizhib	845 720,92
9	EgorLakomkin	840 432,62
10	albu	834 570,35

One more thing...

Какие еще задачи сегментации можно порешать?



Kaggle Carvana Image Masking Challenge

Какие еще задачи сегментации можно порешать?



CV → e.nizhibitsky@rambler-co.ru

BCE!