



# Поиск объектов на изображении с помощью U-Net

Андрей Ширококов, Directum



## Directum Ario

1. Классификация документов (договор, акт выполненных работ, счёт и пр.).
2. Извлечение фактов из документов (наименования организаций, даты, адреса и пр.).
3. Сравнение документов.
4. Поиск подписей и печатей.



## План доклада

1. Проблема.
2. Поиск подписей при помощи OpenCV.
3. Введение в нейронные сети.
4. Поиск подписей с помощью нейронных сетей.
5. Итоги.



## Проблема

Пришёл заказчик, которому требовалось определять наличие подписи для валидации анкеты.

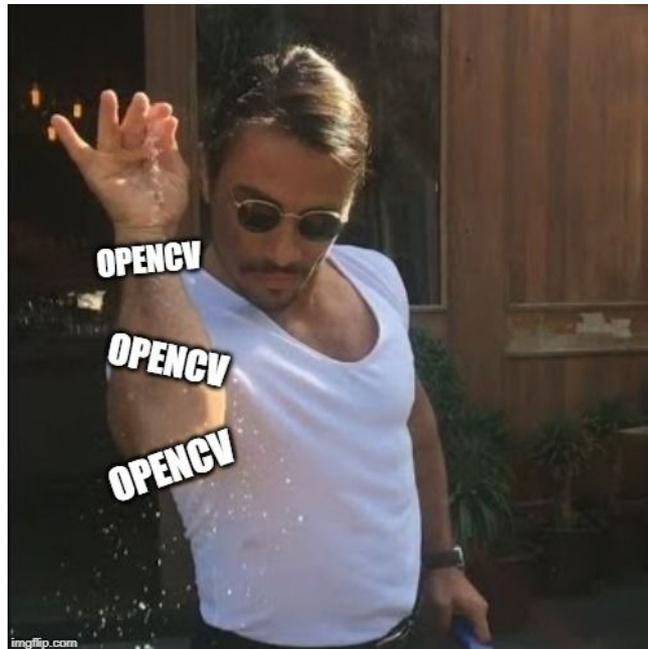
---

# Поиск подписей при помощи OpenCV

---

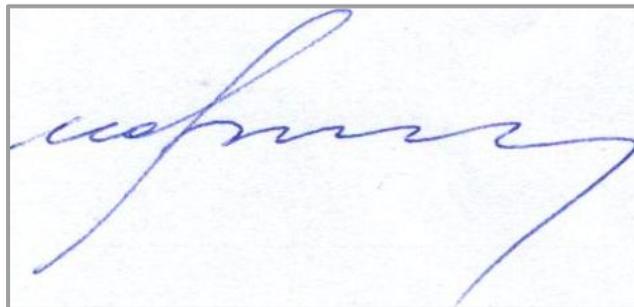
# Алгоритм

- переводим в ч/б
- находим контуры
- берём наибольший
- ???
- PROFIT!



---

Генеральный директор

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be a cursive representation of a name.

Исх. № 25/03 от 14 марта 2018 г.

PROFIT?



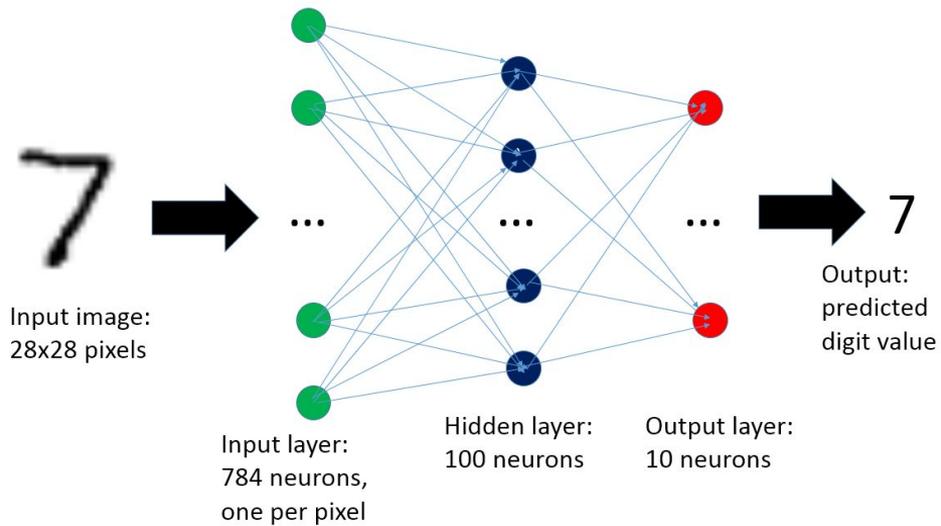
## Классификация “подпись/не подпись”

68%

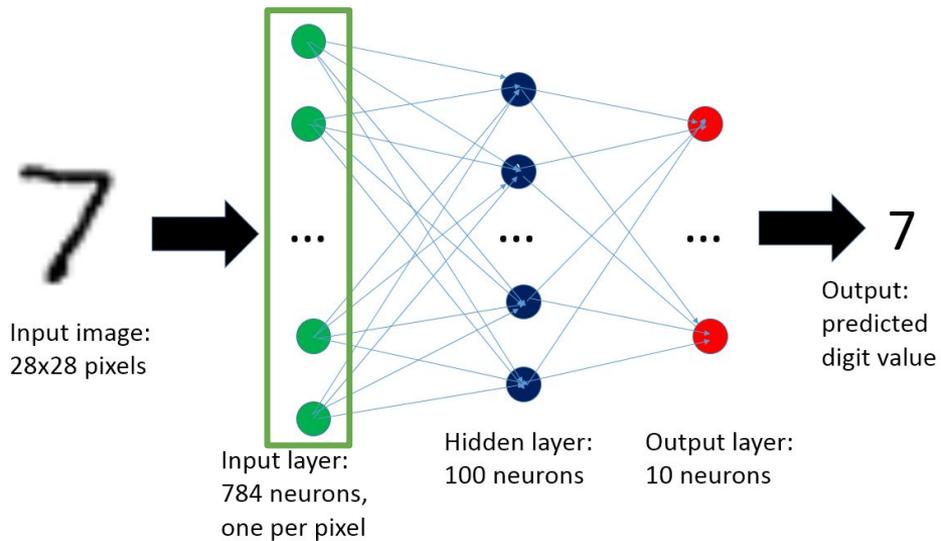
---

# Введение в нейронные сети

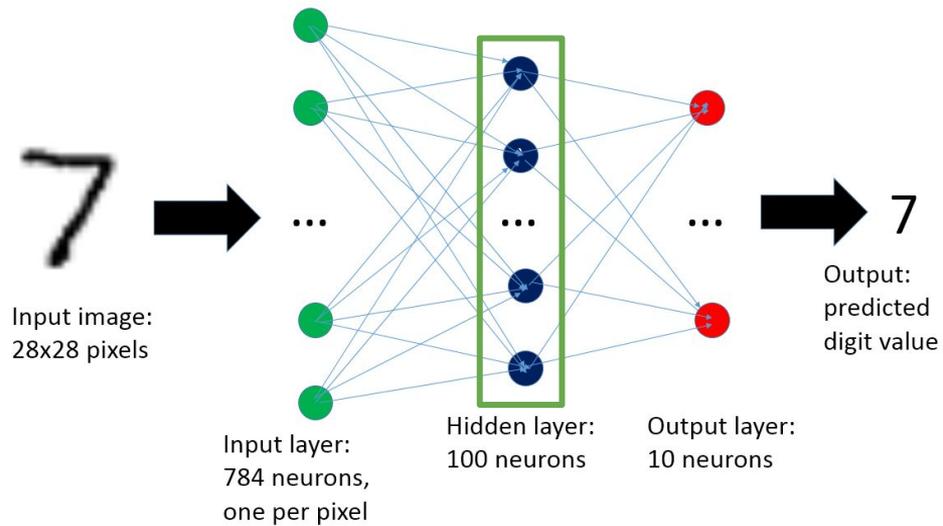
# Нейронная сеть



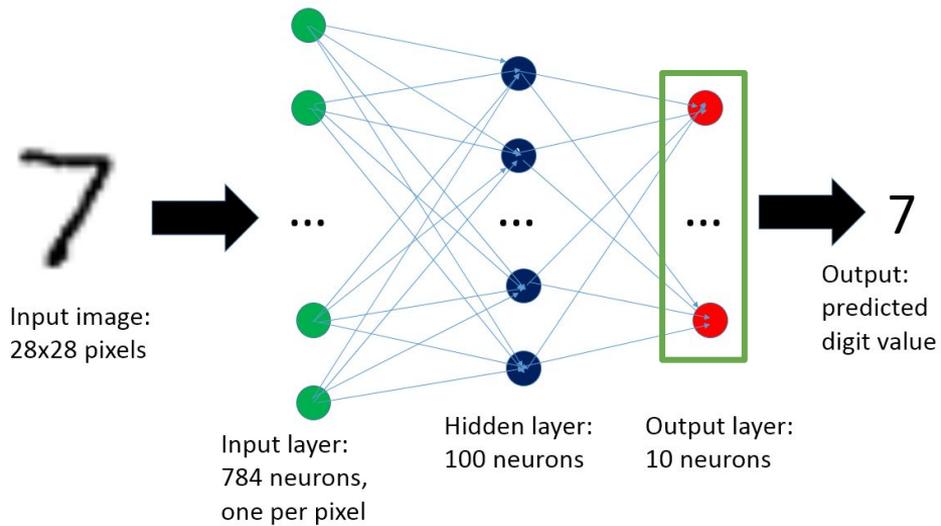
# Нейронная сеть



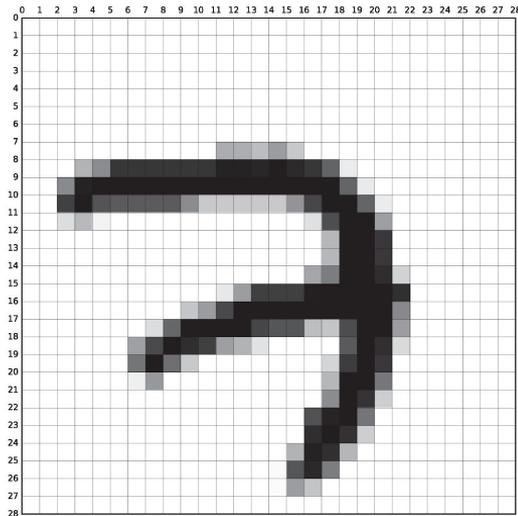
# Нейронная сеть



# Нейронная сеть



# Нейронная сеть



(a) MNIST sample belonging to the digit '7'.



(b) 100 samples from the MNIST training set.



## Слои нейронной сети

1. Полносвязный слой (Dense layer).
2. Свёрточный слой (Convolutional layer).
3. Рекуррентный слой (Recurrent layer).



## Слои нейронной сети

1. Полносвязный слой (Dense layer).
2. **Свёрточный слой (Convolutional layer).**
3. Рекуррентный слой (Recurrent layer).

Source layer

5	2	6	8	2	0	1	2
4	3	4	5	1	9	6	3
3	9	2	4	7	7	6	9
1	3	4	6	8	2	2	1
8	4	6	2	3	1	8	8
5	8	9	0	1	0	2	3
9	2	6	6	3	6	2	1
9	8	8	2	6	3	4	5

Convolutional  
kernel

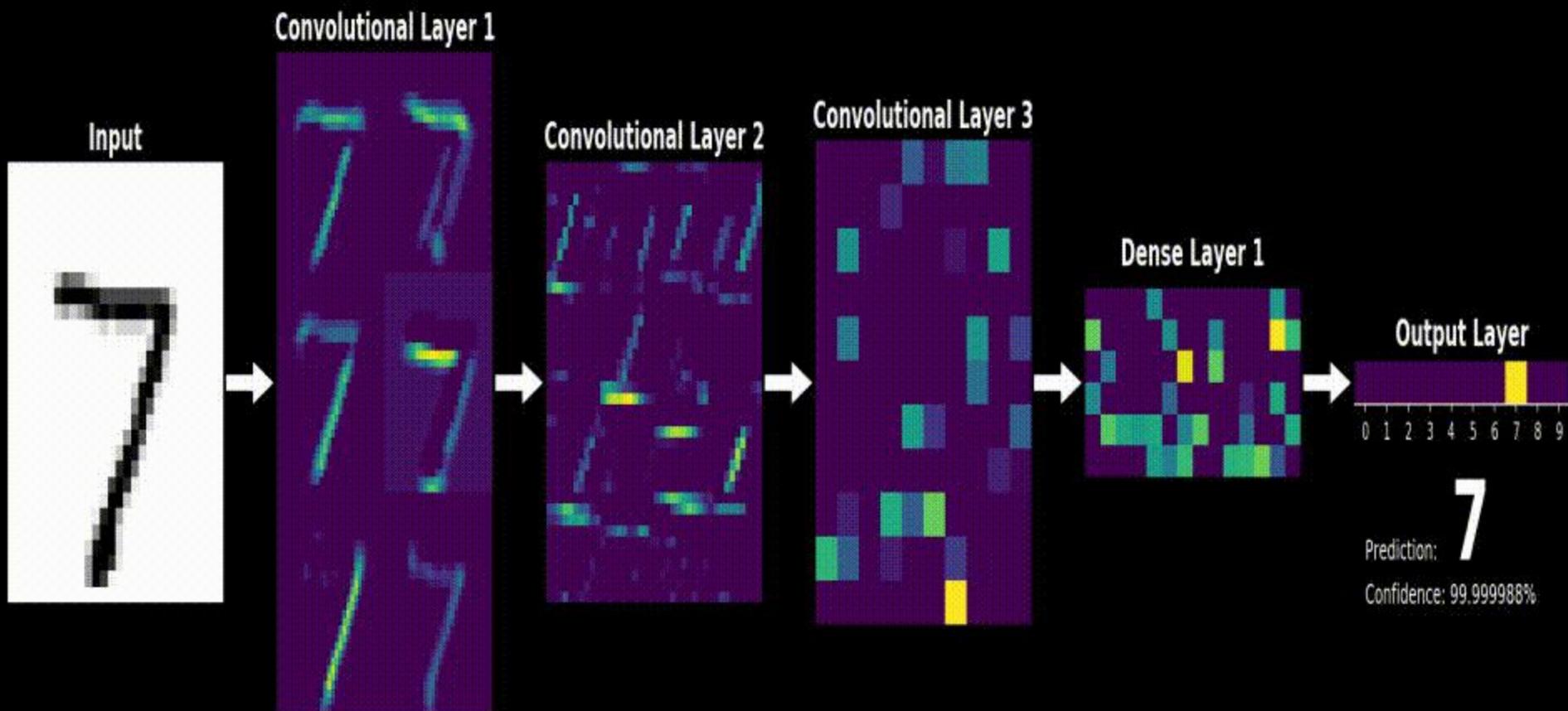
-1	0	1
2	1	2
1	-2	0

Destination layer

	5						

$$\begin{aligned} &(-1 \times 5) + (0 \times 2) + (1 \times 6) + \\ &(2 \times 4) + (1 \times 3) + (2 \times 4) + \\ &(1 \times 3) + (-2 \times 9) + (0 \times 2) = 5 \end{aligned}$$

Convolutional Layer



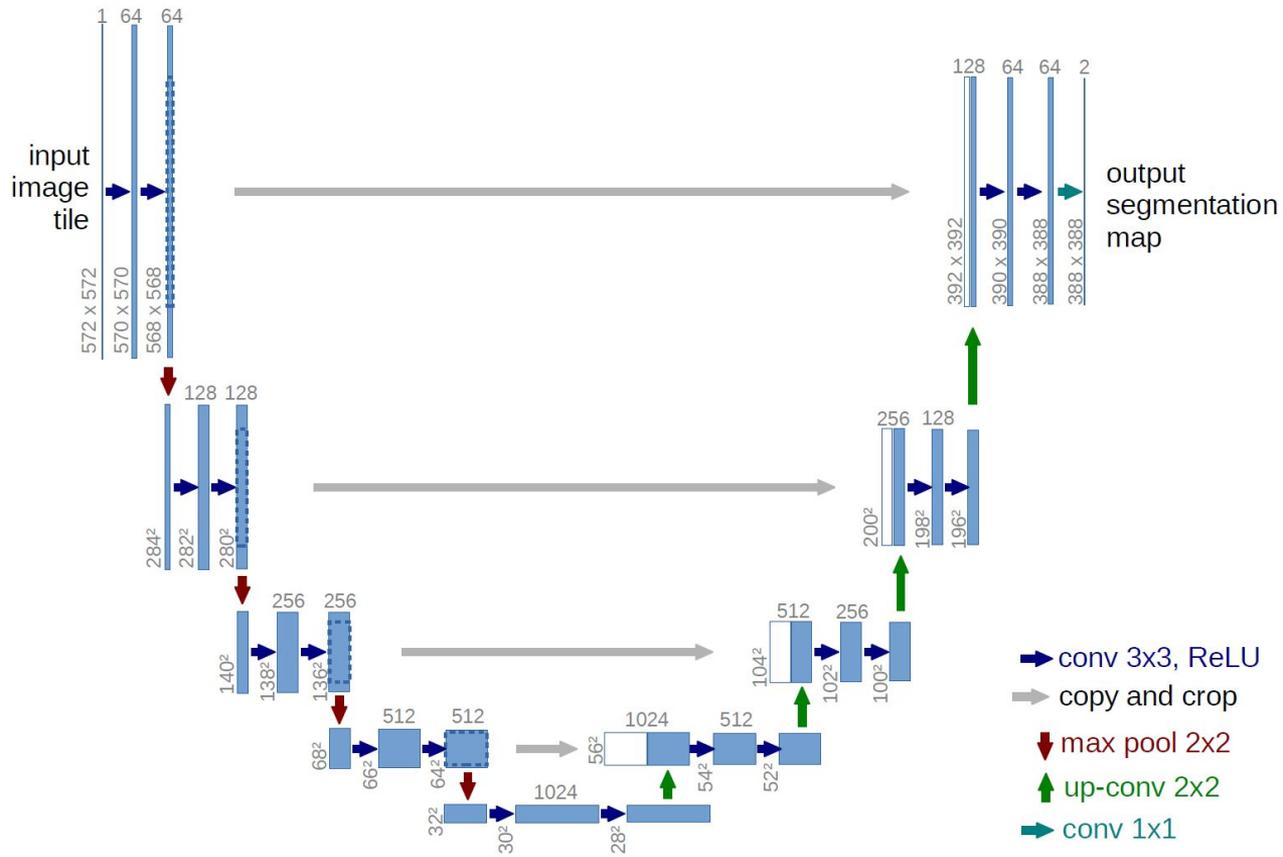
---

# Поиск подписей с помощью нейронных сетей



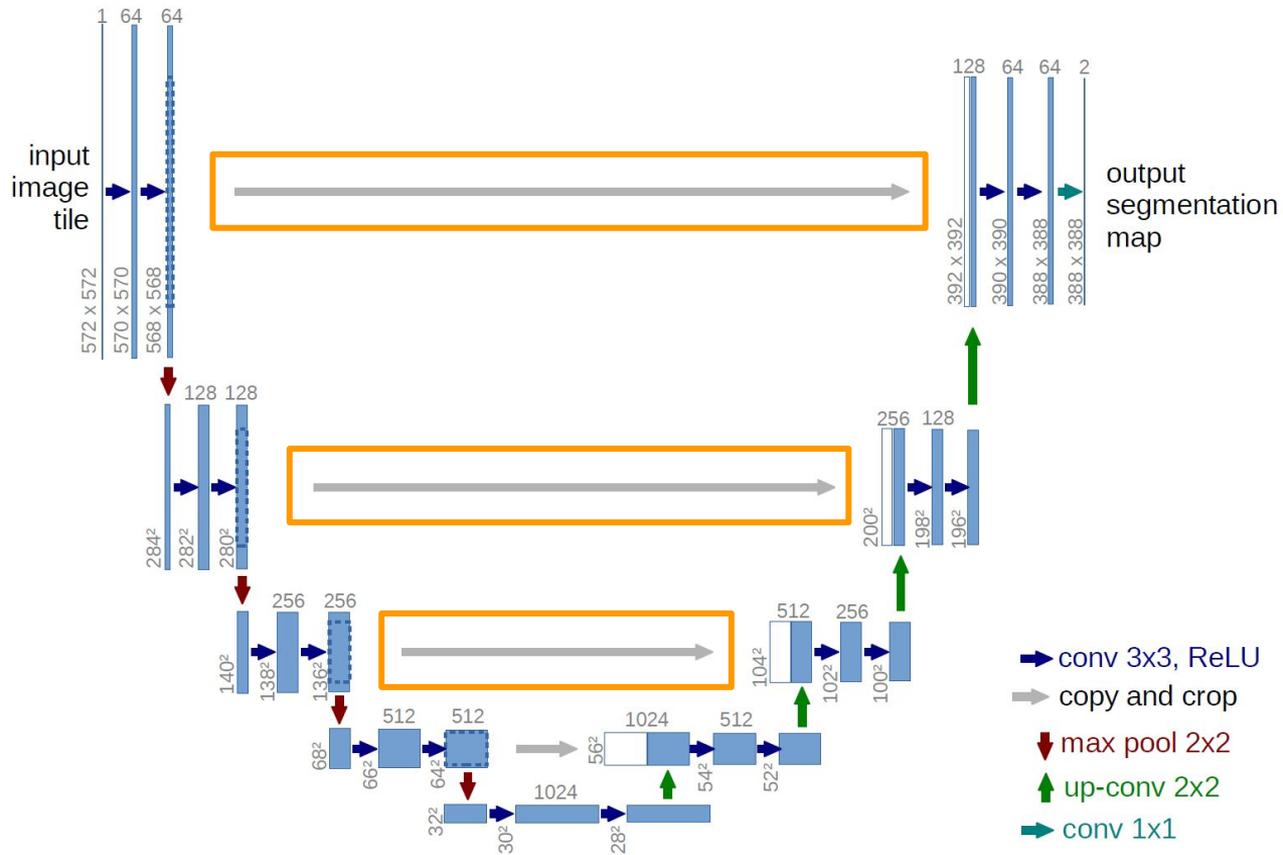
## Работа в проекте с нейронными сетями

1. Постановка задачи.
2. Выбор метрик качества.
3. Поиск, подбор, разметка данных.
4. Выбор и настройка нейронной сети.
5. Если метрики не устраивают возвращаемся к п.3.
6. Внедрение в сервис.



U-Net





Архитектура сети





**МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

105064, г. Москва, ул. Земельной Вал., д. 36

Тел.: (495) 916-21-06; факс: (495) 917-84-94  
e-mail: minstrk@mosreg.ru

11.09.16 № 4-167/166  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Иванову А.Н.  
кв. 25, д. 4, ул. Новая Опалиха,  
мкр. Опалиха, г. Красногорск,  
Московская область

Ваше обращение к временно исполняющему обязанности Губернатора Московской области А.Ю. Воробьеву по вопросу работы управляющей организации ООО «УК Алькар» рассмотрено в Министерстве строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области.

По информации администрации Красногорского муниципального района жилой комплекс «Новая Опалиха», обслуживаемый ООО «УК Алькар», включает в себя многоэтажную и индивидуальную коттеджную застройку, с зоной благоустройства, зданиями социально-бытового назначения на земельном участке общей площадью 126600 кв. м. Территория жилого комплекса «Новая Опалиха» огорожена, имеет свою охрану. Освещение, внутриквартальные дороги, котельная, РТП 101 в муниципальную собственность инвестором не передавались.

Застройщиком с 01.06.2006 определено ООО «УК Алькар» в качестве временной эксплуатирующей организации на объекте до государственной регистрации правопробретателями и дольщиками права собственности на вновь построенные жилые помещения, входящие в состав объекта.

С 01.03.2011 ООО «УК Алькар» является эксплуатирующей организацией жилого дома № 4 по ул. Новая Опалиха. Цены и тарифы на 2011 год по оплате коммунальных и прочих услуг на объекте установлены и утверждены инвестором-застройщиком ООО «Новая Опалиха».

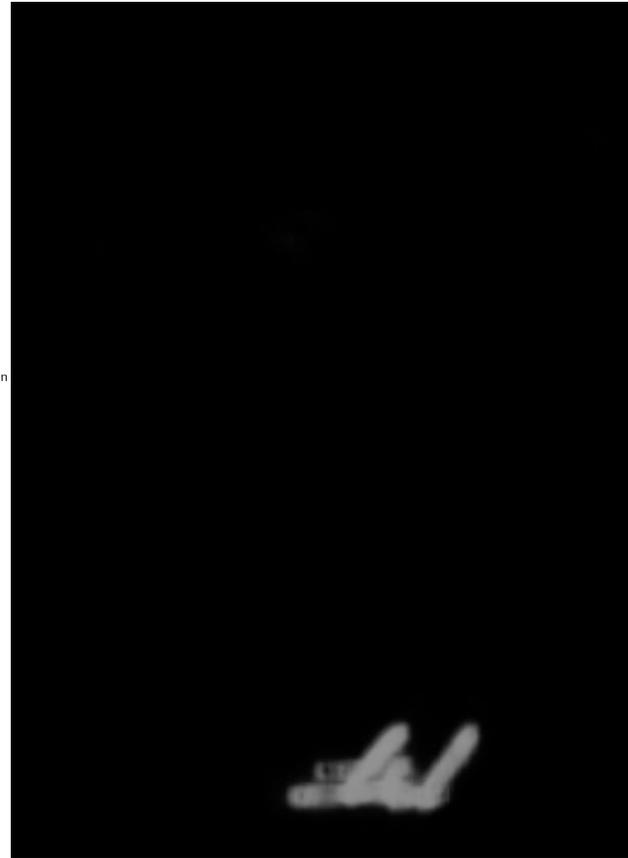
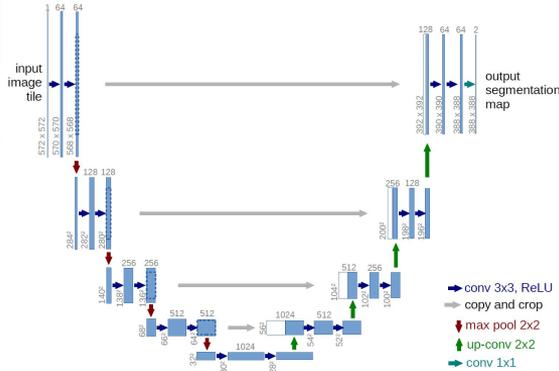
В соответствии с полномочиями, администрация городского поселения Красногорск планирует провести открытый конкурс по отбору управляющей организации для управления многоквартирным жилым домом № 4 по ул. Новая Опалиха. В настоящее время готовится пакет документов для проведения конкурса.

Первый заместитель министра

П.В. Жданов

В.Ю. Калинин  
(495) 699-85-83

031992



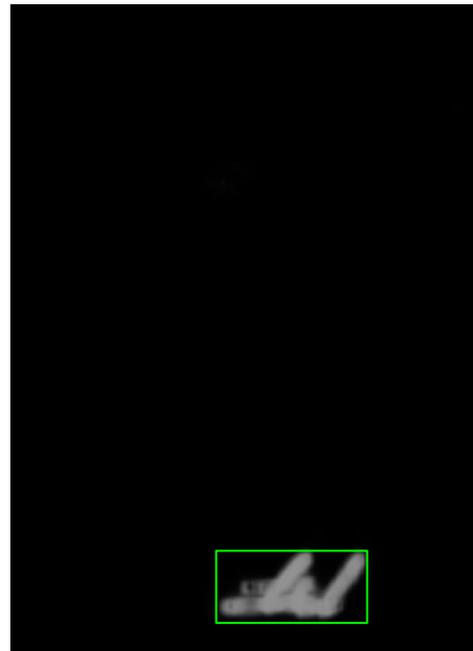




# Что делать с результатом работы нейронной сети?

Подбираем порог на котором  
режем подписи:

- фиксированный
- вычисляемый



# Измеряем качество

www.tsl.ru



МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

105064, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 36  
Тел.: (495) 916-21-06; факс: (495) 917-84-94  
e-mail: ministk@mosreg.ru

11.08.13 № 4-13/2013

Иванову А.Н.  
кв. 25, д. 4, ул. Новая Опалиха,  
мкр. Опалиха, г. Красногорск,  
Московская область

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ваше обращение к временно исполняющему обязанности Губернатора Московской области А.Ю. Воробьёву по вопросу работы управляющей организации ООО «УК Альфа» рассмотрено в Министерстве строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области.

По информации администрации Красногорского муниципального района жилой комплекс «Новая Опалиха», обслуживаемый ООО «УК Альфа», включает в себя многоквартирную и индивидуальную коттеджную застройку, с зоной благоустройства, зданиями социально-бытового назначения на земельном участке общей площадью 126600 кв. м. Территория жилого комплекса «Новая Опалиха» огорожена, имеет свою оградку. Освещение, интравиквартальные дороги, котельная, РТП 101 в муниципальную собственность инвестором не передавались.

Застройщиком с 01.06.2006 определено ООО «УК Альфа» в качестве временной эксплуатирующей организации на объекте до государственной регистрации правообладателя и дольщиками права собственности на вновь построенные жилые помещения, входящие в состав объекта.

С 01.03.2011 ООО «УК Альфа» является эксплуатирующей организацией жилого дома № 4 по ул. Новая Опалиха. Цены и тарифы на 2011 год по оплате коммунальных и прочих услуг на объекте установлены и утверждены инвестором-застройщиком ООО «Новая Опалиха».

В соответствии с полномочиями, администрация городского поселения Красногорск планирует провести открытый конкурс по отбору управляющей организации для управления многоквартирным жилым домом № 4 по ул. Новая Опалиха. В ближайшее время готовится пакет документов для проведения конкурса.

Первый заместитель министра  П.В. Жданов

В.Ю. Калинин  
(495) 699-83-43

031992

www.tsl.ru



МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

105064, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 36  
Тел.: (495) 916-21-06; факс: (495) 917-84-94  
e-mail: ministk@mosreg.ru

11.08.13 № 4-13/2013

Иванову А.Н.  
кв. 25, д. 4, ул. Новая Опалиха,  
мкр. Опалиха, г. Красногорск,  
Московская область

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ваше обращение к временно исполняющему обязанности Губернатора Московской области А.Ю. Воробьёву по вопросу работы управляющей организации ООО «УК Альфа» рассмотрено в Министерстве строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области.

По информации администрации Красногорского муниципального района жилой комплекс «Новая Опалиха», обслуживаемый ООО «УК Альфа», включает в себя многоквартирную и индивидуальную коттеджную застройку, с зоной благоустройства, зданиями социально-бытового назначения на земельном участке общей площадью 126600 кв. м. Территория жилого комплекса «Новая Опалиха» огорожена, имеет свою оградку. Освещение, интравиквартальные дороги, котельная, РТП 101 в муниципальную собственность инвестором не передавались.

Застройщиком с 01.06.2006 определено ООО «УК Альфа» в качестве временной эксплуатирующей организации на объекте до государственной регистрации правообладателя и дольщиками права собственности на вновь построенные жилые помещения, входящие в состав объекта.

С 01.03.2011 ООО «УК Альфа» является эксплуатирующей организацией жилого дома № 4 по ул. Новая Опалиха. Цены и тарифы на 2011 год по оплате коммунальных и прочих услуг на объекте установлены и утверждены инвестором-застройщиком ООО «Новая Опалиха».

В соответствии с полномочиями, администрация городского поселения Красногорск планирует провести открытый конкурс по отбору управляющей организации для управления многоквартирным жилым домом № 4 по ул. Новая Опалиха. В ближайшее время готовится пакет документов для проведения конкурса.

Первый заместитель министра  П.В. Жданов

В.Ю. Калинин  
(495) 699-83-43

031992

www.tsl.ru



МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

105064, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 36  
Тел.: (495) 916-21-06; факс: (495) 917-84-94  
e-mail: ministk@mosreg.ru

11.08.13 № 4-13/2013

Иванову А.Н.  
кв. 25, д. 4, ул. Новая Опалиха,  
мкр. Опалиха, г. Красногорск,  
Московская область

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ваше обращение к временно исполняющему обязанности Губернатора Московской области А.Ю. Воробьёву по вопросу работы управляющей организации ООО «УК Альфа» рассмотрено в Министерстве строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области.

По информации администрации Красногорского муниципального района жилой комплекс «Новая Опалиха», обслуживаемый ООО «УК Альфа», включает в себя многоквартирную и индивидуальную коттеджную застройку, с зоной благоустройства, зданиями социально-бытового назначения на земельном участке общей площадью 126600 кв. м. Территория жилого комплекса «Новая Опалиха» огорожена, имеет свою оградку. Освещение, интравиквартальные дороги, котельная, РТП 101 в муниципальную собственность инвестором не передавались.

Застройщиком с 01.06.2006 определено ООО «УК Альфа» в качестве временной эксплуатирующей организации на объекте до государственной регистрации правообладателя и дольщиками права собственности на вновь построенные жилые помещения, входящие в состав объекта.

С 01.03.2011 ООО «УК Альфа» является эксплуатирующей организацией жилого дома № 4 по ул. Новая Опалиха. Цены и тарифы на 2011 год по оплате коммунальных и прочих услуг на объекте установлены и утверждены инвестором-застройщиком ООО «Новая Опалиха».

В соответствии с полномочиями, администрация городского поселения Красногорск планирует провести открытый конкурс по отбору управляющей организации для управления многоквартирным жилым домом № 4 по ул. Новая Опалиха. В ближайшее время готовится пакет документов для проведения конкурса.

Первый заместитель министра  П.В. Жданов

В.Ю. Калинин  
(495) 699-83-43

031992

# Измеряем качество

$$\text{IoU} = \frac{\text{Actual} \cap \text{Predicted}}{\text{Actual} \cup \text{Predicted}}$$

# Измеряем качество

## Предсказание

		Предсказание	
		Подписи нет	Подпись есть
Реальность	Подписи нет	<i>True Negative (TN)</i>	<i>False Positive (FP)</i>
	Подпись есть	<i>False Negative (FN)</i>	<i>True Positive (TP)</i>

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

# Прямоугольная разметка

Разметка подписей обрамляющими  
прямоугольниками

F1-мера: 72%

www.tsf.ru



МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

105064, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 36  
Тел: (495) 916-21-06; факс: (495) 917-84-94  
e-mail: ministk@mosreg.ru

11.09.13 № 4-13/0000  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Иванову А.Н.  
кв. 25, д. 4, ул. Новая Опалиха,  
мкр. Опалиха, г. Красногорск,  
Московская область

Ваше обращение к временно исполняющему обязанности Губернатора Московской области А.Ю. Воробьеву по вопросу работы управляющей организации ООО «УК Альфар» рассмотрено в Министерстве строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области.

По информации администрации Красногорского муниципального района жилой комплекс «Новая Опалиха», обслуживаемый ООО «УК Альфар», включает в себя многоквартирную и индивидуальную коттеджную застройку, с зоной благоустройства, зданиями социальное-бытового назначения на земельном участке общей площадью 126600 кв. м. Территория жилого комплекса «Новая Опалиха» огорожена, имеет свою охрану. Осуществление внутриквартальных дорог, котельная, РТП 101 в муниципальную собственность инвестором не передавались.

Застройщиком с 01.06.2006 определено ООО «УК Альфар» в качестве временной эксплуатирующей организации на объекте до государственной регистрации правопробретателями и дольщиками права собственности на вновь построенные жилые помещения, входящие в состав объекта.

С 01.03.2011 ООО «УК Альфар» является эксплуатирующей организацией жилого дома № 4 по ул. Новая Опалиха. Цены и тарифы на 2011 год по оплате коммунальных и прочих услуг на объекте установлены и утверждены инвестором-застройщиком ООО «Новая Опалиха».

В соответствии с полномочиями, администрация городского поселения Красногорск планирует провести открытый конкурс по отбору управляющей организации для управления многоквартирным жилым домом № 4 по ул. Новая Опалиха. В настоящее время готовится пакет документов для проведения конкурса.

Первый заместитель министра  
В.Ю. Калинин  
(495) 699-83-83



П.В. Жидов  
031992



## Аугментация

- горизонтальное и вертикальное отражение
- повороты на 90, 180, 270 градусов

**F1-мера: 76%**

# Полигональная разметка

Разметка полигонами,  
приблизенными к подписи

F1-мера: 82%

www.tst.ru



МИНИСТЕРСТВО  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

105064, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 36  
Тел.: (495) 916-21-06; факс: (495) 917-84-94  
e-mail: ministrk@mossng.ru

Иванову А.Н.  
кв. 25, д. 4, ул. Новая Опалиха,  
мкр. Опалиха, г. Красногорск,  
Московская область

21.09.13 № 4. Иванов

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ваше обращение к временно исполняющему обязанности Губернатора Московской области А.Ю. Воробьеву по вопросу работы управляющей организации ООО «УК Альфа» рассмотрено в Министерстве строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области.

По информации администрации Красногорского муниципального района жилой комплекс «Новая Опалиха», обслуживаемый ООО «УК Альфа», включает в себя многоквартирную и индивидуальную коттеджную застройку, с зоной благоустройства, зданиями социально-бытового назначения на земельном участке общей площадью 125600 кв. м. Территория жилого комплекса «Новая Опалиха» огорожена, имеет свою охрану. Освещение, внутриквартальные дороги, котельная, РТП 101 в муниципальную собственность инвестором не передавались.

Застройщиком с 01.06.2006 определено ООО «УК Альфа» в качестве временной эксплуатирующей организации на объекте до государственной регистрации правопробретателями и дольщиками права собственности на вновь построенные жилые помещения, входящие в состав объекта.

С 01.03.2011 ООО «УК Альфа» является эксплуатирующей организацией жилого дома № 4 по ул. Новая Опалиха. Цены и тарифы на 2011 год по оплате коммунальных и прочих услуг на объекте установлены и утверждены инвестором-застройщиком ООО «Новая Опалиха».

В соответствии с полномочиями, администрация городского поселения Красногорск планирует провести открытый конкурс по отбору управляющей организации для управления многоквартирным жилым домом № 4 по ул. Новая Опалиха. В настоящее время готовится пакет документов для проведения конкурса.

Первый заместитель министра  П.В. Жданов

В.Ю. Капкин  
(495) 699-83-83

031992



## Тюнинг сети

- добавили слои
- изменили размер входного слоя

**F1-мера: 87%**



## Плюсы

- относительно быстрое обучение нейронной сети
- небольшой размер обученной модели
- простая и понятная архитектура
- быстрое выполнение на CPU
- приемлемое качество
- простое обучение
- просто обучить на поиск других объектов



## Минусы

- сложно разделить “слипшиеся” объекты
- из коробки не получилось обучить для нескольких классов (подписи, печати)
- из коробки качество местами не очень
- могут возникнуть проблемы, если необходимо искать объекты разных размеров



## Что дальше?

- Deep Watershed Transform
- другие архитектуры сетей



## Ссылки

- [Keras U-Net starter](#)
- [Understanding Semantic Segmentation with UNET](#)
- [U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation](#)
- [Глубокое обучение на Python](#)



## Контакты



@feeeper



@feeeper



shirobokov.andrey@gmail.com