

# Верификация авторства арабских рукописей при помощи глубоких свёрточных сетей

Андрей Бояров, Александр Сенов

Санкт-Петербургский Государственный Университет  
Математико-Механический Факультет

25 февраля 2016 г.



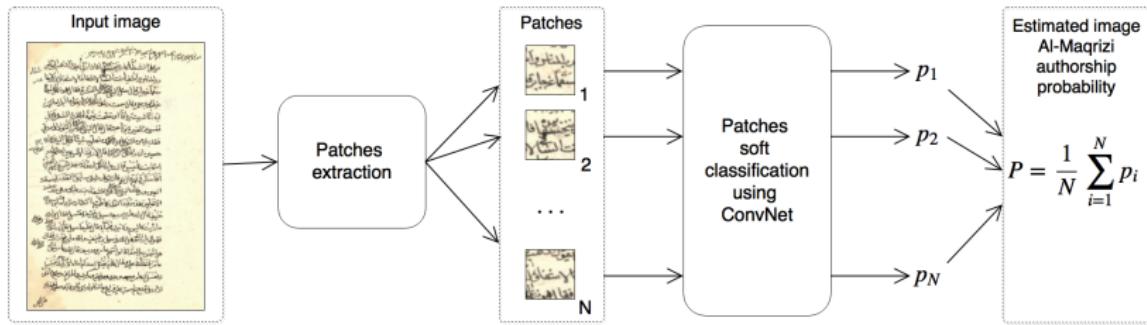
## Задача

- Аль-Макризи (1364–1442) — египетский историк и географ периода мамлюков.
- Целью исследования была верификация авторства аль-Макризи недавно найденной части рукописи *al-Khitat* (Историко-географический обзор Египта).

# Данные

- Тренировочные: 1 манускрипт аль-Макризи, состоящий из 26 страниц и 5 не аль-Макризи манускриптов, по 7 страниц каждый.
- Тестовые: 1 манускрипт аль-Макризи, состоящий из 14 страниц и 3 не аль-Макризи манускриптов, по 7 страниц каждый. Авторы этих трёх манускриптов отличались от авторов пяти манускриптов из тренировочных данных.
- Манускрипт *al-Khitat* состоит из 32 страниц.

# Метод

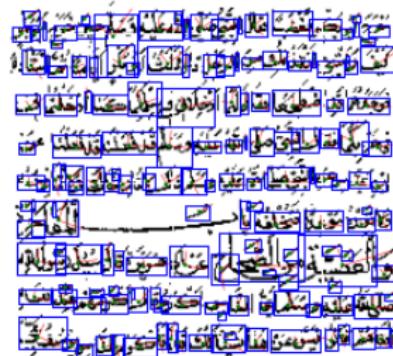


## Извлечение патчей

- Скользящее окно: This method splits an image into patches by a grid of fixed cells of the size  $80 \times 80$  pixels with a stride 20 pixels.
- Связные компоненты:
  1. Input image binarization using Otsu's filter.
  2. Connected components extraction from a binarized image using the algorithm from.
  3. Too small, too big and too stretched connected components filtering using several empirical rules, e.g.: major axis to minor axis ratio less than 10, minimum minor axis length greater than 3 pixels, etc.
  4. Outlier connected components filtering using the DBSCAN clustering algorithm.
  5. Extracting remaining connected components bounding boxes from the source image and resizing them  $28 \times 28$  pixels size.

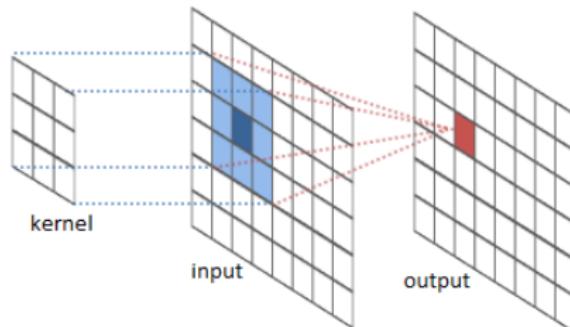
# Скользящее окно и связные компоненты

عمر عبد شمس عز الدين  
خنزير قفال سودان  
بهرمان يحيى الدين  
علي صدر حاتم سودان



# Глубокие свёрточные сети

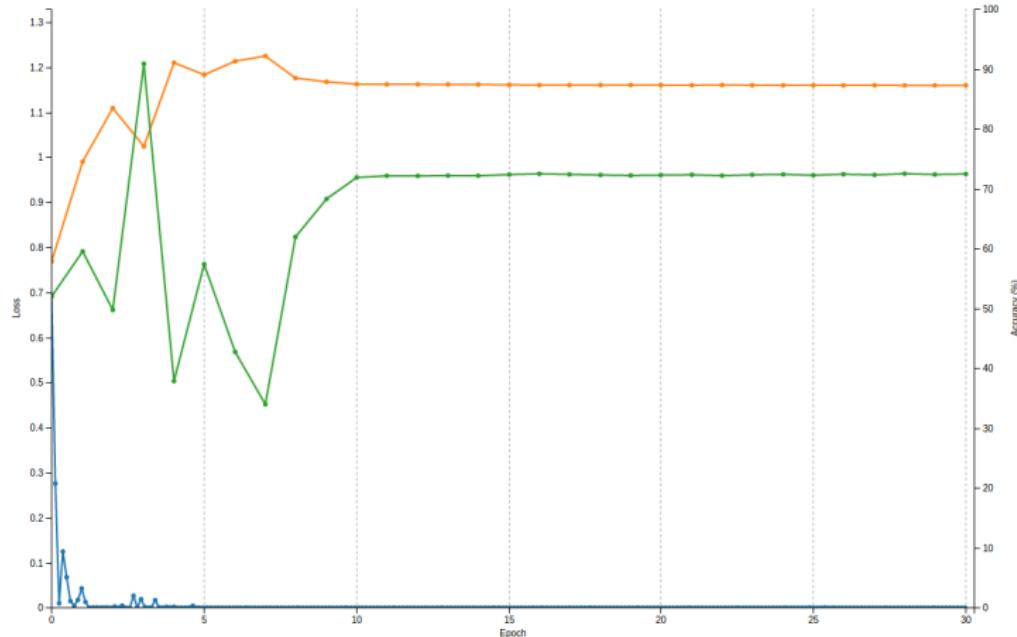
- State of the art в задачах компьютерного зрения (с 2012 года).
- Представитель класса алгоритмов глубокого обучения.
- Представляет собой набор свёрточных, pooling, LRN, полносвязных слоёв. В качестве функции активации используется ReLU:  $f(x) = \max(0, x)$ .



## Скользящее окно, Alexnet

тип	фильтр / шаг	выход
convolution	11 / 4	96
local response norm		96
max pool	3 / 2	96
convolution	5 / 1	256
local response norm		256
max pool	3 / 2	256
convolution	3 / 1	384
convolution	3 / 1	384
convolution	3 / 1	256
max pool	3 / 2	256
fully connected		4096
dropout (50 %)		4096
fully connected		4096
dropout (50 %)		4096
fully connected		2
softmax		2

# Скользящее окно, Alexnet, обучение



# Связные компоненты, GoogLeNet

тип	фильтр / шаг	выход
convolution	7 / 2	64
max pool	3 / 2	64
local response norm		64
convolution	1 / 1	64
convolution	3 / 1	192
local response norm		192
max pool	3 / 2	192
inception		256
inception		480
max pool	3 / 2	480
inception		512
convolution	1 / 1	128
fully connected		1024
dropout (70 %)		1024
fully connected		2
softmax		2

# Результаты

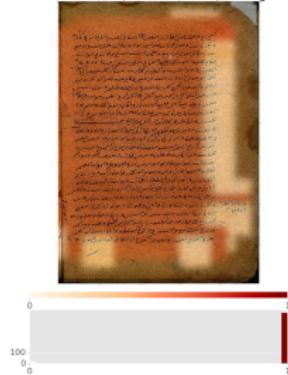
- На тестовом множестве для метода скользящего окна: порог = 0.5, precision = 0.99, recall = 0.92.
- Метод связных компонент менее робастный: он даёт большое число ложно-позитивных результатов.
- Средняя вероятность по страницам того, что манускрипт *al-Khitat* принадлежит перу аль-Макризи составляет 0.86.

# Результаты

Estimated Al-Maqrizi autorship probability  
Minimum: 4.1e-07, Maximum: 0.98, Average: 0.0085



Estimated Al-Maqrizi autorship probability  
Minimum: 5.1e-05, Maximum: 1.0, Average: 0.94



Estimated Al-Maqrizi autorship probability  
Minimum: 3.3e-06, Maximum 1.0, Average: 0.77

