

ДОДАТОК А

Графічний матеріал атестаційної роботи

ГЮИК. 502610.010

(позначення документу)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

керівник атестаційної роботи
проф. Ситніков Д. Е.

Дослідження і застосування методів розпізнавання образів на прикладі
структурованих символів

Графічний матеріал

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

ГЮИК. 502610.010 – ЛУ

УЗГОДЖЕНО:

РОЗРОБИВ:

ст. гр. СПРм-18-1

Сергеев К. В.

2019 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

ГЮИК. 502610.010 – ЛУ

Дослідження і застосування методів розпізнавання образів на прикладі
структурованих символів

Графічний матеріал

ГЮИК. 502610.010 – ЛУ

АРКУШІВ 10

2019 р.

Мета атестаційної роботи

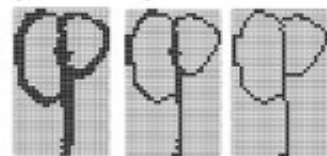
- аналіз алгоритмів і засобів, що застосовуються для пошуку і розпізнавання об'єктів на зображеннях;
- розробка гібридної архітектури нейронних мереж для розпізнавання структурованих послідовностей символів;
- проведення навчання мережі і її експериментального аналізу і порівняння з існуючими аналогами.



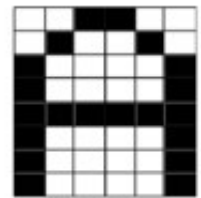
Розроб.	Сергеев К. В.			Мета атестаційної роботи	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Стандартні методи оптичного розпізнавання

Структурні методи



Шаблонні методи



Переваги:

- Детермінованість результатів

Недоліки:

- Розпізнають лише відомі форми

Векторизаційні методи



Розроб.	Сергеев К. В.			Стандартні методи оптичного розпізнавання тексту	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРм-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Повнозв'язні нейронні мережі

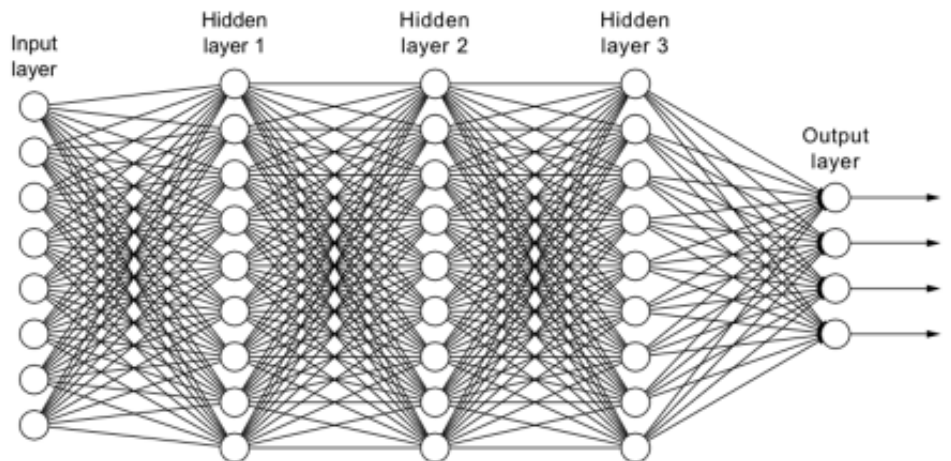


Переваги:

- Алгоритмічна простота і універсальність архітектури

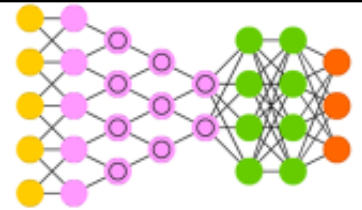
Недоліки:

- Велика кількість вагів і нейронів
- Одновимірна топологія



Розроб.	Сергєєв К. В.			Повнозв'язні нейронні мережі	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Згорткові нейронні мережі



Особливості:

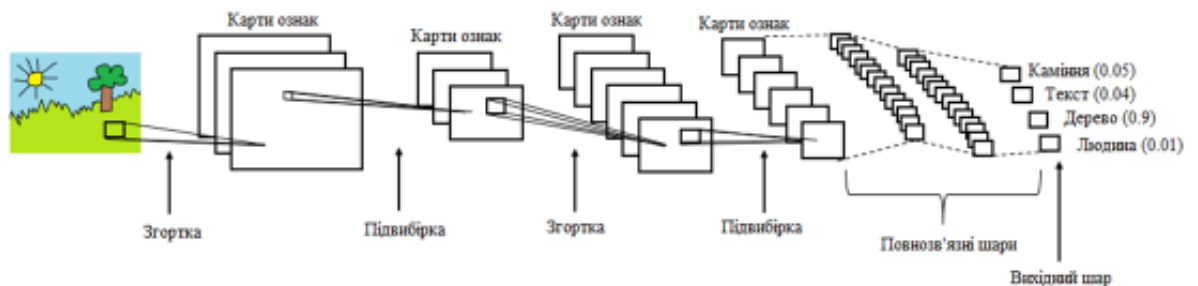
- Локальне сприйняття

Переваги:

- Низька кількість зв'язків
- Розпізнавання слабо залежить від масштабу об'єкта

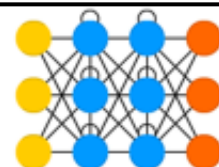
Недоліки:

- Складне налаштування
- Для навчання потрібно багато зразків
- Фіксований розмір вхідних даних



Розроб.	Сергеев К. В.			Згорткові нейронні мережі	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 4
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Рекурентні нейронні мережі



Особливості:

- Сильна залежність від попередніх етапів

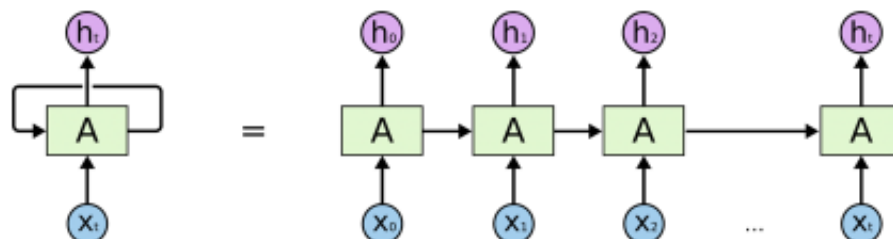
Переваги:

- Довільна довжина послідовності
- Дуже мала кількість початкових параметрів

$$\curvearrowright + \curvearrowleft = \curvearrowright$$

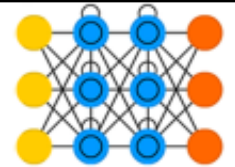
Недоліки:

- Довготривале навчання
- Обмежена глибина пам'яті



Розроб.	Сергєєв К. В.			Рекурентні нейронні мережі	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 5
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

LSTM нейронні мережі

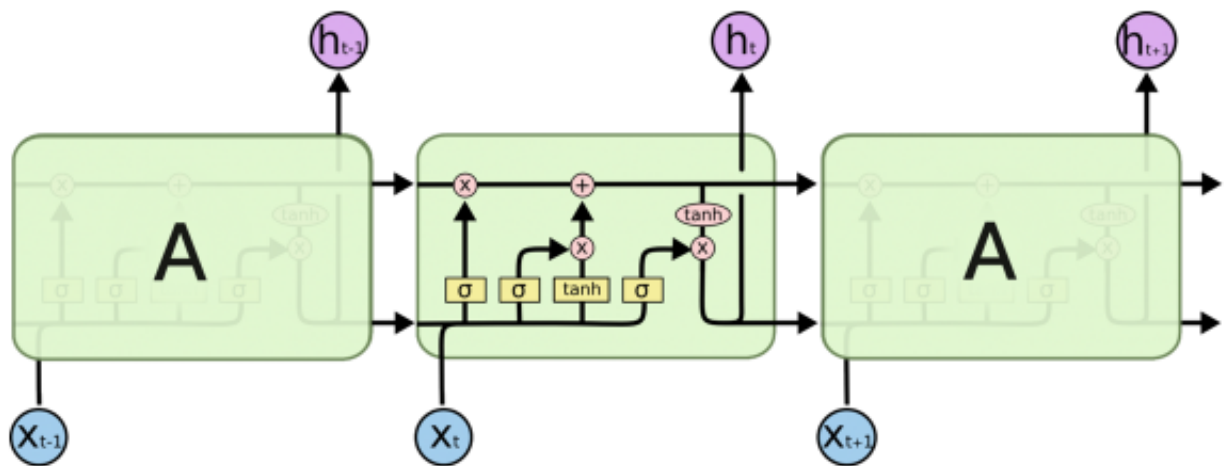


Переваги:

- Довільна довжина послідовності
- Контрольована залежність від попередніх етапів

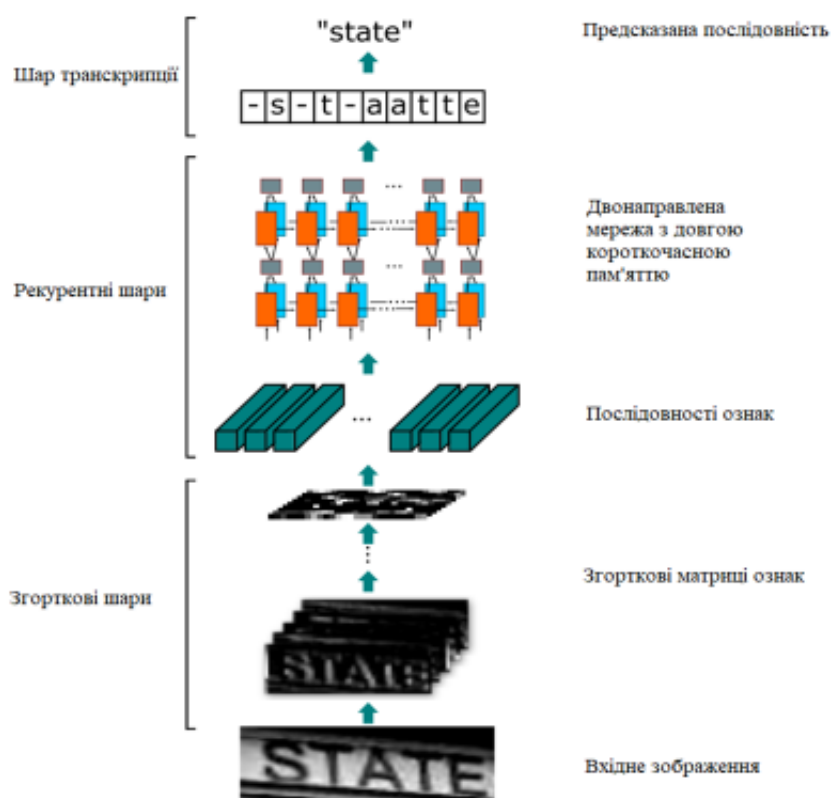
Недоліки:

- Складне налаштування і навчання



Розроб.	Сергєєв К. В.			<i>LSTM-мережі</i>	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 6
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Архітектура комбінованої мережі



Розроб.	Сергєєв К. В.			Архітектура пропонованої комбінованої мережі	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 7
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Тренування і тестові набори



Зображення з синтетичного набору даних для навчання



Зображення з набору даних IC13 для перевірки

Розроб.	Сергеев К. В.			Тренування і тестові набри	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 8
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Порівняння з аналогами



Приклад розпізнаного тексту

	ШТ 5к			SVT		IC03			IC13	
	50	1000	-	50000	-	50	Повний	50000		-
ABBYY FineReader 12 [23]	24	-	-	35	-	56	55	-	-	-
K. Wang та ін. [23]	-	-	-	57	-	76	62	-	-	-
A. Mishra та ін. [22]	64	57.5	-	73.2	-	81.8	67.8	-	-	-
V. Goel та ін. [24]	-	-	-	77.3	-	89.7	-	-	-	-
A. Bissacco та ін. [25]	-	-	-	90.4	78	-	-	-	-	88
O. Alsharif та ін. [26]	-	-	-	74.3	-	93.1	88.6	85.1	-	-
J. Almazán та ін. [27]	91	82.1	-	89.2	-	-	-	-	-	-
C. Yao та ін. [28]	80	69.3	-	75.9	-	88.5	80.3	-	-	-
J. Rodriguez та ін. [29]	76	57.4	-	70	-	-	-	-	-	-
M. Jaderberg та ін. [19]	96	89.6	-	93.2	72	97.8	97	93.4	89.6	82
Власний результат	83	74.4	65	82.4	61	84.1	83.6	82.5	71.4	69

Відсоток вдало розпізнаних послідовностей символів

Розроб.	Сергеев К. В.			Порівняння з аналогами	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 9
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

Висновки



У даній роботі досліджена задача розпізнавання образів на прикладі структурованих символів з використанням нейронних мереж. При цьому отримано наступні основні результати:

- проаналізовано алгоритми роботи і топологію мереж, що застосовуються для пошуку і розпізнавання об'єктів на зображеннях;
- розроблено гібридну архітектуру нейронних мереж для розпізнавання структурованих послідовностей символів, що поєднує згорткові та рекурентні нейронні шари з довгою короткочасною пам'яттю;
- проведено експериментальний аналіз і порівняння розробленої мережі з сучасними аналогами.

Розроб.	Сергєєв К. В.			Висновки	
Перевір.	Ситніков Д.Е.				
Н. Контр.	Ситніков Д.Е.				
				СПРМ-18-1	Лист 10
Затверд.	Гребеннік І.В.			СТ	Листів 10

ДОДАТОК Б

Текст програми

ГЮИК. 502610.010

(позначення документу)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

керівник атестаційної роботи
проф. Ситніков Д. Е.

Дослідження і застосування методів розпізнавання образів на прикладі
структурованих символів

Текст програми

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

ГЮИК. 502610.010-01 12 01-ЛЗ

УЗГОДЖЕНО:

РОЗРОБИВ:

ст. гр. СПРм-18-1

Сергєєв К. В.

2019 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

ГЮИК. 502610.010-01 12 01-ЛЗ

Дослідження і застосування методів розпізнавання образів на прикладі
структурованих символів

Текст програми

ГЮИК. 502610.010-01 12 01-ЛЗ

АРКУШІВ 3

2019 р.

```

from imutils.object_detection import non_max_suppression
import numpy as np
import pytesseract
import argparse
import cv2

def decode_predictions(scores, geometry):
    (numRows, numCols) = scores.shape[2:4]
    rects = []
    confidences = []

    for y in range(0, numRows):
        scoresData = scores[0, 0, y]
        xData0 = geometry[0, 0, y]
        xData1 = geometry[0, 1, y]
        xData2 = geometry[0, 2, y]
        xData3 = geometry[0, 3, y]
        anglesData = geometry[0, 4, y]

        for x in range(0, numCols):
            if scoresData[x] < args["min_confidence"]:
                continue

            (offsetX, offsetY) = (x * 4.0, y * 4.0)
            angle = anglesData[x]
            cos = np.cos(angle)
            sin = np.sin(angle)
            h = xData0[x] + xData2[x]
            w = xData1[x] + xData3[x]
            endX = int(offsetX + (cos * xData1[x])
                       + (sin * xData2[x]))
            endY = int(offsetY - (sin * xData1[x])
                       + (cos * xData2[x]))
            startX = int(endX - w)
            startY = int(endY - h)
            rects.append((startX, startY, endX, endY))
            confidences.append(scoresData[x])
    return (rects, confidences)

ap = argparse.ArgumentParser()
ap.add_argument("-i", "--image", type=str,

```

```

    help="path to input image")
ap.add_argument("-east", "--east", type=str,
    help="path to input EAST text detector")
ap.add_argument("-c", "--min-confidence", type=float, default=0.5,
    help="minimum probability required to inspect a region")
ap.add_argument("-w", "--width", type=int, default=320,
    help="nearest multiple of 32 for resized width")
ap.add_argument("-e", "--height", type=int, default=320,
    help="nearest multiple of 32 for resized height")
ap.add_argument("-p", "--padding", type=float, default=0.0,
    help="amount of padding to add to each border of ROI")
args = vars(ap.parse_args())

image = cv2.imread(args["image"])
orig = image.copy()
(origH, origW) = image.shape[:2]
(newW, newH) = (args["width"], args["height"])

rW = origW / float(newW)
rH = origH / float(newH)

image = cv2.resize(image, (newW, newH))
(H, W) = image.shape[:2]
layerNames = [
    "feature_fusion/Conv_7/Sigmoid",
    "feature_fusion/concat_3"]
net = cv2.dnn.readNet(args["east"])
blob = cv2.dnn.blobFromImage(image, 1.0,
    (W, H), swapRB=True, crop=False)
net.setInput(blob)

(scores, geometry) = net.forward(layerNames)
(rects, confidences) = decode_predictions(scores, geometry)
boxes = non_max_suppression(np.array(rects), probs=confidences)
results = []

for (startX, startY, endX, endY) in boxes:
    startX = int(startX * rW)
    startY = int(startY * rH)
    endX = int(endX * rW)
    endY = int(endY * rH)
    dX = int((endX - startX) * args["padding"])
    dY = int((endY - startY) * args["padding"])

```

```
startX = max(0, startX - dX)
startY = max(0, startY - dY)
endX = min(origW, endX + (dX * 2))
endY = min(origH, endY + (dY * 2))
roi = orig[startY:endY, startX:endX]
config = "-l eng --oem 1 --psm 7"
text = pytesseract.image_to_string(roi, config=config)
results.append(((startX, startY, endX, endY), text))

results = sorted(results, key=lambda r: r[0][1])

for ((startX, startY, endX, endY), text) in results:
    text = "".join([c if ord(c) < 128 else "" for c in text]).strip()
    output = orig.copy()
    cv2.rectangle(output, (startX, startY), (endX, endY),
                  (0, 0, 255), 2)
    cv2.putText(output, text, (startX, startY - 20),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.2, (0, 0, 255), 3)
    cv2.imshow("Text Detection", output)
    cv2.waitKey(0)
```

ДОДАТОК В

«Специфікація»

ГЮИК. 502610.010

(позначення документу)

ДОДАТОК Г

«Відомість атестаційної роботи»

ГЮИК. 502610.010 ДЗ

(позначення документу)

№	Позначення				Найменування	Додаткові відомості	
					Текстові документи		
1.	ГЮИК.502610.010 ПЗ				Пояснювальна записка	57 стор.	
2.	ГЮИК.502610.010				Специфікація	1 стор.	
3.	ГЮИК.502610.010 -01 12 01				Текст програми	3 стор.	
					Графічні документи		
4.	ГЮИК.502610.010 С10				Мета атестаційної роботи	1 аркуш	
5.					Стандартні методи оптичного розпізнавання	1 аркуш	
6.					Повнозв'язні нейронні мережі	1 аркуш	
7.					Згорткові нейронні мережі	1 аркуш	
8.					Рекурентні нейронні мережі	1 аркуш	
9.					LSTM-нейронні мережі	1 аркуш	
10.					Архітектура запропонованої комбінованої мережі	1 аркуш	
11.					Тренування і тестові набори	1 аркуш	
12.					Порівняння з аналогами	1 аркуш	
13.					Висновки	1 аркуш	
					ГЮИК.502610.010 ДЗ		
Змін.	Арк..	№ докум	Підп.	Дата			
<i>Розроб.</i>		<i>Сергеев К. В.</i>		<i>16.12.2019</i>	<i>Дослідження і застосування методів розпізнавання образів на прикладі структурованих символів</i>	Аркуш	Аркушів
<i>Перевір.</i>		<i>Ситніков Д. Е.</i>		<i>16.12.2019</i>		<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Н.контр.</i>		<i>Ситніков Д. Е.</i>		<i>16.12.2019</i>		<i>ХНУРЕ Кафедра СТ</i>	
<i>Затв.</i>		<i>Гребеннік І.В.</i>		<i>16.12.2019</i>			