

Валентина Дворжак  
Марія Талах

# ГЛИБИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

## Частина 1



ГЛИБИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ. ЧАСТИНА 1



КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК



КАФЕДРА  
КОМП'ЮТЕРНИХ  
НАУК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

В.В. Дворжак, М.В. Талах

ГЛИБИННЕ НАВЧАННЯ  
ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ  
ЧАСТИНА 1

Навчальний посібник

*Механізм*

2022

**УДК 004.931:004.942**

**Д-24**

*Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича*

*(протокол № 9 від 27 жовтня 2022 р.)*

**Рецензент:**

**Виклюк Я.І.**, д.т.н., проректор з наукової роботи, професор кафедри комп'ютерних систем та технологій приватного вищого навчального закладу «Буковинський університет»

**Дворжак В.В., Талах М.В.**

**Д-24** Глибинне навчання для комп'ютерного зору. Частина 1 / В.В. Дворжак, М.В. Талах – Чернівці: Технодрук, 2022 р. – 271 с.

Навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійна програма «Інтелектуальний аналіз даних в комп'ютерних інформаційних системах» за першим (бакалаврським) і другим (магістерським) освітніми рівнями, а також для всіх бажаючих ознайомитись з технологіями комп'ютерного зору та глибинного навчання. У посібнику представлено огляд методів глибинного навчання, включаючи згорткові нейронні мережі та автокодувальні моделі. Також детально розглянуті практичні застосування глибинного навчання в обробці зображень, зокрема задачі класифікації зображень, виявлення об'єктів та семантичної сегментації. Посібник містить як теоретичні основи, так і практичні вправи з використанням популярних бібліотек машинного навчання, що дозволяє студентам здобути необхідні навички для використання глибинного навчання в своїх проєктах.

**УДК 004.931:004.942**

© Чернів. нац. у-т, 2022

©ПВКФ «Технодрук», 2022

©Дворжак В.В., 2022

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>9</b>
<b>ОСНОВНІ УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ</b> .....	<b>11</b>
<b>1. ВВЕДЕННЯ В ГЛИБИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРОГО ЗОРУ</b> .....	<b>13</b>
1.1. Застосування та історія комп'ютерного зору.....	14
1.2. Розуміння глибокого навчання.....	34
Перцептрон ( Perceptron ) .....	34
Функція Activation .....	35
Штучна нейронна мережа (ANN) .....	39
Навчання нейронних мереж.....	43
Гра з майданчиком TensorFlow.....	46
Згортоква нейронна мережа .....	47
Рекурентні нейронні мережі (RNN).....	50
Довга короткочасна пам'ять (LSTM) .....	51
1.3. Глибоке навчання для комп'ютерного зору.....	52
Класифікація .....	52
Виявлення або локалізація та сегментація.....	53
Навчання подібності.....	54
Підпис зображень.....	54
Генеративні моделі.....	55
Аналіз відео.....	56

1.4. Налаштування середовища розробки.....	57
Апаратні та операційні системи – OS.....	57
Підсумок .....	71
<b>2. КЛАСИФІКАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ .....</b>	<b>73</b>
2.1. Навчання моделі MNIST в TensorFlow .....	73
Набори даних MNIST .....	74
Завантаження даних MNIST.....	75
Створення перцептрону .....	75
Побудова багатошарової згорткової нейромережі.....	80
2.2. Навчання моделі MNIST в Keras .....	93
Підготовка набору даних.....	93
Побудова моделі.....	95
2.3. Інші популярні набори даних зображень для тестування .....	98
Набір даних CIFAR .....	98
Набір даних Fashion-MNIST .....	99
Набір даних ImageNet і змагання .....	100
2.4. Глибші моделі глибинного навчання .....	101
Модель AlexNet.....	102
Модель VGG-16.....	103
Модель Google Inception-V3.....	105
Модель Microsoft ResNet-50.....	108
Модель SqueezeNet.....	109
Просторові трансформаторні мережі.....	110

Модель DenseNet.....	111
2.5. Навчання моделі для класифікації кішок і собак.	113
Підготовка даних .....	113
Benchmarking з простою CNN .....	114
Аугментація даних .....	117
Transfer learning та fine tuning .....	118
2.6. Розробка додатків для застосування .....	124
в реальному світі .....	124
Вибір правильної моделі .....	125
Обробка сценаріїв недонавчання і перенавчання.....	125
Визначення статі і віку за обличчям.....	127
Тонке налаштування моделей одягу .....	127
Безпека бренду.....	127
Підсумок .....	128
<b>3. ПОШУК ЗОБРАЖЕНЬ.....</b>	<b>129</b>
3.1. Розуміння візуальних ознак .....	129
Візуалізація активації моделей.....	131
Візуалізація вбудування .....	132
DeepDream .....	139
Суперечливі приклади .....	146
3.2. Висновки моделей.....	147
Експорт моделі.....	147
Обслуговування натренованої моделі .....	151
3.3. Пошук зображення на основі контенту .....	153

Створення пошукового пайплайну.....	155
Ефективний пошук.....	160
Зниження шумів за допомогою автокодувальника ..	165
Підсумок .....	170
<b>4. ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ.....</b>	<b>172</b>
4.1. Виявлення об'єктів на зображенні.....	172
4.2. Дослідження наборів даних .....	174
Набір даних ImageNet .....	174
Челендж “PASCAL VOC” .....	174
Челендж “COCO виявлення об'єктів” .....	175
Оцінка наборів даних за допомогою показників .....	176
4.3. Алгоритми локалізації .....	179
Локалізація об'єктів за допомогою ковзаючих вікон.....	179
Розгляд локалізації як проблеми регресії.....	183
4.4. Виявлення об'єктів .....	187
Регіони згорткової нейронної мережі (RCNN).....	187
Fast R-CNN .....	189
Faster R-CNN.....	190
“Single shot multi-box” детектор( SSD ) .....	191
4.5. API виявлення об'єктів .....	191
Встановлення та налаштування.....	192
Попередньо підготовлені моделі.....	194
Перепідготовка моделей виявлення об'єктів.....	195

Навчання виявлення пішоходів для безпілотного автомобіля.....	199
4.5. Алгоритм виявлення об'єктів YOLO.....	199
Підсумок .....	202
<b>5. СЕМАНТИЧНА СЕГМЕНТАЦІЯ .....</b>	<b>204</b>
5.1. Прогнозування пікселів .....	204
Діагностика медичних зображень .....	206
Аналіз Землі за супутниковими знімками.....	207
Надання роботам можливості бачити.....	208
5.2. Датасети (Набори даних).....	208
5.3. Алгоритми семантичної сегментації.....	209
Повністю згортова мережа .....	210
Архітектура SegNet .....	211
Dilated convolutions(Розширені згортки) .....	218
DeepLab.....	219
RefiNet .....	220
PSPnet.....	221
DeepLab v3 .....	222
5.4. Ультрасегментація нерва.....	223
5.5. Сегментація супутникових знімків .....	230
5.6. Сегментація окремих екземплярів.....	233
Підсумок .....	234
<b>6. НАВЧАННЯ ПОДІБНОСТІ.....</b>	<b>236</b>
6.1. Алгоритми для навчання подібності.....	236



Сіамські мережі.....	237
FaceNet.....	242
Модель DeepNet.....	246
DeepRank.....	246
Системи візуальної рекомендації.....	248
6.2. Аналіз обличчя людини.....	249
Виявлення обличчя.....	249
Орієнтири на обличчях та атрибути.....	250
Розпізнавання обличчя.....	257
Групування облич.....	265
Підсумок.....	265
<b>ЗАГАЛЬНІ ПІДСУМКИ.....</b>	<b>267</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>268</b>