# ЗМІСТ

[ЗМІСТ 2](#_Toc7628370)

[ВСТУП 5](#_Toc7628371)

[1 РІШЕННЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ 6](#_Toc7628372)

[1.1 Задача класифікації зображень 6](#_Toc7628373)

[1.2 Згорткові нейронні мережі 6](#_Toc7628374)

[1.2.1 Основні шари в згорткових мережах 9](#_Toc7628375)

[1.3 Згорткові нейронні мережі для класифікації зображень створенні людьми 11](#_Toc7628376)

[1.3.1 AlexNet 11](#_Toc7628377)

[1.3.2 ZF Net 13](#_Toc7628378)

[1.3.3 VGG Net 14](#_Toc7628379)

[1.3.4 Inception 15](#_Toc7628380)

[1.3.5 ResNet 16](#_Toc7628381)

[1.3.6 Inception-v4 та Inception-ResNet 17](#_Toc7628382)

[1.4 Постановка задачі 18](#_Toc7628383)

[2 ПОШУК АРХІТЕКТУР НЕЙРОНИХ МЕРЕЖ 19](#_Toc7628384)

[2.1 Пошук нейроної архітектура за допомогою навчання с підкріпленням 19](#_Toc7628385)

[2.1.1 Навчання з підкріпленням 21](#_Toc7628386)

[2.1.2 Навчання згорткової мережи на CIFAR-10 23](#_Toc7628387)

[2.2 Регуляризована еволюція для пошуку архітектур класифікатора зображень 26](#_Toc7628388)

[2.2.1 Пошуковий простір 27](#_Toc7628389)

[2.2.2 Еволюційний алгоритм 29](#_Toc7628390)

[2.2.3 Результати 32](#_Toc7628391)

[3 РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПОШУКУ АРХІТЕКТУРИ 33](#_Toc7628392)

[3.1 DARTS 33](#_Toc7628393)

[3.1.1 Пошуковий простір 34](#_Toc7628394)

[3.1.2 Безперервна релаксація та оптимізація 35](#_Toc7628395)

[3.1.3 Наближення 37](#_Toc7628396)

[3.1.4 Виведення дискретних архітектур 39](#_Toc7628397)

[3.1.5 Пошук свердловинних осередків на CIFAR-10 40](#_Toc7628398)

[3.2 ENAS 42](#_Toc7628399)

[3.2.1 Метод 42](#_Toc7628400)

[3.2.2 Проектування згорткових мереж 44](#_Toc7628401)

[3.2.3 Проектування згорткових клітин 45](#_Toc7628402)

[4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 46](#_Toc7628403)

[4.1 Розрахунок кошторису витрат на проведення й впровадження результатів науково-дослiдної роботи 46](#_Toc7628404)

[4.1.1 Розрахунок фонду заробітної плати виконавців 47](#_Toc7628405)

[4.1.2 Відрахування на соціальне страхування 49](#_Toc7628406)

[4.1.3 Розрахунок технологічної електроенергії 50](#_Toc7628407)

[4.1.4 Розрахунок електроенергії, що витрачає на освітлення 50](#_Toc7628408)

[4.1.5 Амортизаційні відрахування на устаткування 51](#_Toc7628409)

[4.1.6 Вартість оренди приміщення для проведення НДР 51](#_Toc7628410)

[4.1.7 Інші витрати 52](#_Toc7628411)

[4.1.8 Вартість впровадження й освоєння результатів НДР 52](#_Toc7628412)

[4.1.9 Витрати на проведення НДР 53](#_Toc7628413)

[4.1.10 Планові накопичення 53](#_Toc7628414)

[4.1.11 Кошторис витрат на проведення НДР 53](#_Toc7628415)

[4.2 Класифікація й кодування запропонованої інновації 54](#_Toc7628416)

[4.3 Розрахунок економічного ефекту від впровадження результатів НДР 56](#_Toc7628417)

[4.4 Укрупнена оцінка прибутковості запропонованого інноваційного проекту 57](#_Toc7628418)

[4.5 Висновки за розділом 60](#_Toc7628419)

[5 ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 62](#_Toc7628420)

[5.1 Аналіз умов праці на робочому місці 62](#_Toc7628421)

[5.2 Захист від шкідливого впливу факторів виробничого середовища 67](#_Toc7628422)

[5.3 Електробезпека 68](#_Toc7628423)

[5.4 Пожежна безпека 70](#_Toc7628424)

[5.5 Охорона навколишнього середовища 71](#_Toc7628425)

[5.6 Висновки до розділу 73](#_Toc7628426)

[6 ЦИВIЛЬНИЙ ЗАХИСТ 74](#_Toc7628427)

[6.1 Система державного управління у сфері Цивільного захисту 74](#_Toc7628428)

[6.1.1 Постановка проблеми у загальному вигляді 74](#_Toc7628429)

[6.1.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій 75](#_Toc7628430)

[6.1.3 Виклад основного матеріалу 76](#_Toc7628431)

[6.2 Висновки з даного дослідження 82](#_Toc7628432)

[ВИСНОВКИ 85](#_Toc7628433)

[СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ 86](#_Toc7628434)

# ВСТУП

Відкриття сучасних архітектур нейронних мереж вимагає значних зусиль людських фахівців. Останнім часом спостерігається зростаючий інтерес до розробки алгоритмічних рішень для автоматизації їхвласного процесу проектування архітектури. Автоматично шукані архітектури досягли високої конкурентоспроможності в таких завданнях, як класифікація зображень і виявлення об'єктів.

Кращі алгоритми пошуку існуючої архітектури вимагають обчислень, незважаючи на їх чудову продуктивність. Наприклад, для отримання сучасної архітектури для CIFAR-10 і ImageNet було потрібно 1800 днів GPU навчання з підкріпленням [1] або 3150 GPU днів еволюції [2]. Запропоновано кілька підходів для прискорення, таких як запровадження конкретної структури простору пошуку, вагові коефіцієнти або прогноз продуктивності для кожної окремої архітектури і розподіл ваги між декількома архітектурами, але основний виклик масштабованості залишається. Невід'ємною причиною неефективності для домінуючих підходів, наприклад на основі навчання з підкріпленням, еволюції, пошуку по дереву Монте-Карло [3], оптимізації на основі послідовної моделі[4], або байєсівської оптимізації, є той факт, що пошук архітектури розглядається як чорна коробка. Також є проблема над дискретним доменом, що призводить до великої кількості необхідних архітектурних оцінок.

# РІШЕННЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

* 1. Задача класифікації зображень

Однією з базових задач в машинному зорі є завдання класифікації зображення - визначення категорій об'єктів, який знаходиться на зображенні. Залежно від конкретного завдання, на зображенні може бути анотований як один об'єкт, так і декілько. Для оцінки алгоритмів машинного навчання зазвичай використовуються анотовані бази зображень, наприклад, CIFAR-10 та ImageNet,. Через те, що на зображеннях в базі ImageNet може бути присутнім кілька об'єктів, і лише один з них анотований, в ImageNet основною оцінкою помилки є top-5 помилка. При її використанні вважається, що алгоритм не помилився, якщо правильна категорія об'єкта знаходиться серед п'яти категорій, виданих алгоритмом як найбільш ймовірні. Внаслідок цього багато нейронні мережі для задачі класифікації оцінюються саме за допомогою top-5 помилки.

1.2 Згорткові нейронні мережі

Нейронна мережа - це спосіб збору нейронів у мережі, щоб вони вирішували певні задачі, наприклад, завдання класифікації чи сегментації. Нейрони збираються по шарам. Існує вхідний шар, на який подається вхідний сигнал (вхідне зображення), також є вихідний шар, з якого знімається результат роботи нейронної мережі, а також між ними знаходяться приховані шари.

Розглянемо одну з коротких нейронних мереж, CNN (Сonvolutional Neural Network) - це нейронна мережа, яка обмежує нейрони для підключення лише до підмножини пікселів зображення кожного разу. Це досягається, замість використання повністю з'єднаних шарів, за допомогою згорткових шарів, в яких зображення згортається із серією фільтрів. Ці згорткові шари можна вивчати і з ними можна працювати.

Для згорткових шарів всі нейрони змушені використовувати ті ж ваги і підключатися лише до невеликої частини зображення (наприклад, 5x5 пікселів). Крім того, вони організовані в просторовій сітці по всьому зображенню. Через це розташування, вихід цієї сітки нейронів буде згорткою вибраних ваг з вхідним зображенням. Отже, ці вибрані ваги можна розглядати як фільтр, який згортається з зображенням, генеруючи вихід.

На кожному згортковому шарі, як правило, декілька фільтрів, що вивчаються, мають однаковий просторовий розмір, і згортання зображення з ними створює декілька вихідних зображень, де кожна з них позначається як “карта властивостей” (див. рис. 1.2).

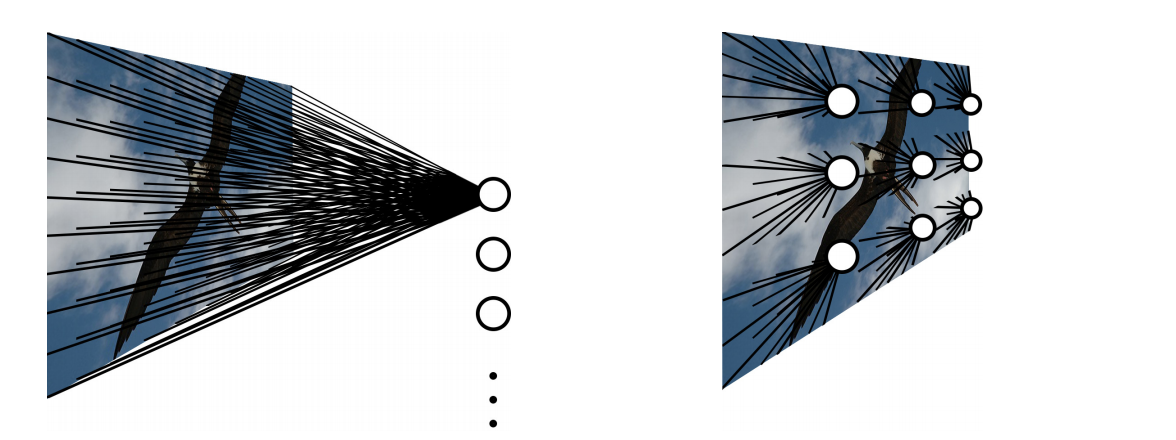
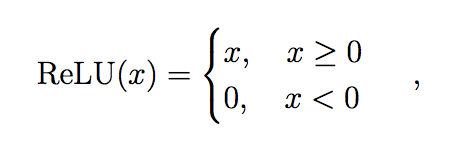


Рисунок 1.2 – Різниця між звичайними та згортковими шарами

Ці кілька функціональних карт потім складаються в 3D об'єкт даних з розмірами W × H × N, де W та H позначають просторові розміри даних, а N - кількість фільтрів, що використовуються в шарі. Цей об'єкт 3D-даних потім може згортатися з новим набором фільтрів, створюючи нові виходи.

Щоб швидко вказати розмір згорткового шару, використовується позначення W × H × D × N, де W та H задають просторовий розмір використовуваного фільтра (тобто просторова протяжність в пікселях області, до якої кожен нейрон згорткового шара буде з’єднаний), D вказує, до скількох карт ознак буде з’єднуватися нейрон, а N позначає кількість навчальних фільтрів, які захоплюються цим конкретним згортковим шаром.

Крім згорткових шарів, згорткові нейронні мережі також зазвичай використовують два інших типи шарів: шари ReLU і Max-Pool шари. Шари ReLU (Ректифіковані лінійні одиничні шари) працюють піксельно за своїми входами, обчислюючи вихід для кожного пікселя, як:

 (1.1)

де x – значення на входi шару.

Один із способів інтерпретації каскаду згорточних шарів - це функція екстрактора, яка після деяких шарів виробляє набагато менший об'єкт даних, ніж вхідний образ, але ми сподіваємося, що він все ще має такі ж значущі характеристики для вирішення поставленої задачі. Потім ця мережа тренується з використанням алгоритму зворотної помилки, який використовується для тренувань звичайних нейронних мереж.

Звичайно неможливо зберігати всі тренувальні приклади в пам'яті машини, тому для оптимізації ваг часто вибирається стохастичний градієнтний спуск, що обчислювально ефективніше простого градієнтного спуску, а також дозволяє швидше отримати правильне рішення.

1.2.1 Основні шари в згорткових мережах

Згортковий шар дозволяє об'єднувати значення розташованих поруч пікселів і виділяти більше узагальнені ознаки зображення. Для цього по картинці послідовно ковзають квадратним вікном невеликого розміру (3х3, 5х5, 7х7 пікселів і т.п.) що називають ядром згортки (див. рис. 1.3). Кожен елемент ядра має свій ваговий коефіцієнт, який множиться на значення пікселя зображення, на який в даний момент накладено елемент ядра. Потім отримані для всього вікна числа складаються, і ця зважена сума дає значення чергового ознаки.

Для отримання матриці (“карти”) ознак всього зображення, ядро ​​послідовно зсувається по горизонталі і вертикалі. У наступних шарах операція згортки застосовується вже до карт ознак, отриманим з попередніх шарів. Графічно процес проілюструвано на рисунку 1.3.

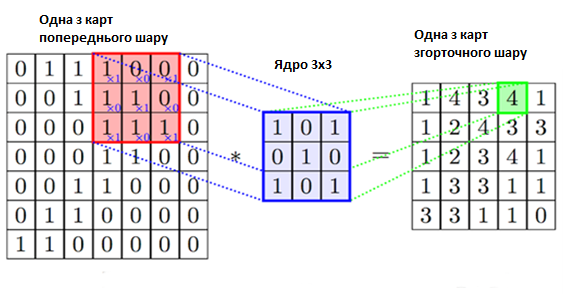


Рисунок 1.3 – Отримання матриці ознак

Зображення або карти ознак в рамках одного шару можуть скануватися не одним, а кількома незалежними фільтрами, даючи таким чином на вихід не одну карту, а кілька (їх ще називають “каналами”). Налаштування ваг кожного фільтра відбувається за допомогою методу зворотного поширення помилки.

Очевидно, якщо ядро ​​фільтра при скануванні не виходить за межі зображення, розмірність карти ознак буде менше, ніж у вихідної картинки. Якщо потрібно зберегти той же розмір, застосовують так звані paddings – значення (див. рис. 1.4), якими доповнюється зображення по краях і які потім захоплюються фільтром разом з реальними пікселями картинки.

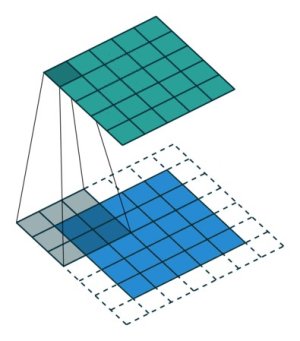


Рисунок 1.4 – Приклад покривання картинки ядром фільтра з доповненим paddings значеннями

Крім paddings на зміну розмірності так само впливають strides - значення кроку, з яким вікно переміщається по зображенню чи карті.

Згортка не є єдиним способом отримання узагальненої характеристики групи пікселів. Найпростіший спосіб для цього - вибрати один піксель по заданому правилу, наприклад - максимальний. Саме це і робить шар MaxPooling (див. рис. 1.5) .

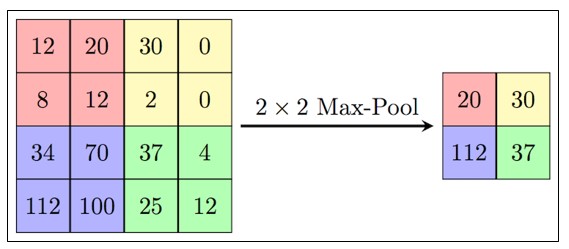


Рисунок 1.5 – Приклад роботи шару MaxPooling

На відміну від convolution, maxpooling зазвичай застосовується до непересічних груп пікселів.

1.3 Згорткові нейронні мережі для класифікації зображень створенні людьми

В даному розділі розглянуто завдання класифікації зображень і дано короткий опис структури згорткових нейронних мереж. Проводиться огляд згоркових нейронних мереж створених людьми для виконання класифікацій зображень і зроблено порівняння їх чіткості на прикладі анотованих баз зображень ImageNet.

1.3.1 AlexNet

У 2012 році на конкурсі ILSVRC за класифікацією зображень вперше перемогла нейронна мережа - AlexNet [5], досягнувши top-5 помилки 15,31%.

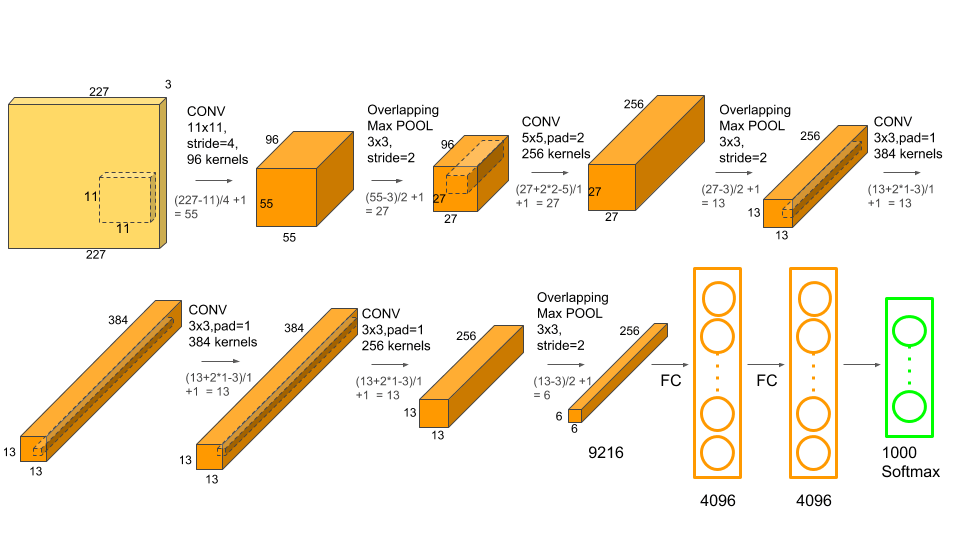


Рисунок 1.6 - Архітектура AlexNet

Для порівняння, метод, який не використовує згорткові нейронні мережі, отримав помилку 26,1%. У AlexNet були зібрані новітні на той момент техніки для поліпшення роботи мережі. Навчання AlexNet через кількість параметрів мережі відбувалося на двох GPU, що дозволило скоротити час навчання в порівнянні з навчанням на CPU. Також виявилося, що використання функції активації ReLU замість більш традиційних функцій сигмоид і гіперболічного тангенса дозволило знизити кількість епох навчання в шість разів. Формула ReLU дозволяє побороти проблему загасання градієнтів, властиву інших функцій активації. Крім іншого, в AlexNet була застосована техніка відсіву Dropout [6]. Вона полягає у випадковому відключенні кожного нейрона на заданому шарі з ймовірністю p на кожній епосі. Після навчання мережі, на стадії розпізнавання, ваги шарів, до яких був застосований dropout, повинні бути помножені на 1 / p. Dropout виступає в ролі регуляризатора, не дозволяючи мережі перенавчатися. Для пояснення ефективності даної техніки існує кілька інтерпретацій. Перша полягає в тому, що dropout змушує нейрони не покладатися на сусідні нейрони, а навчатися розпізнавати більш стійкі ознаки. Друга, більш пізня, полягає в тому, що, навчання мережі з dropout є апроксимацію навчання ансамблю мереж, кожна з яких представляє мережу без деяких нейронів. Таким чином, остаточне рішення приймає не одна мережа, а ансамбль, кожна мережа якого навчена по-різному, тим самим знижується ймовірність помилки.

1.3.2 ZF Net

ZF Net - переможець ILSVRC 2013 з top-5 помилкою 11,2%. Основним досягненням даної архітектури є створення техніки візуалізації фільтрів - мережі розгортки (deconvolutional network), що складається з операцій, в якомусь сенсі зворотних операцій мережі.

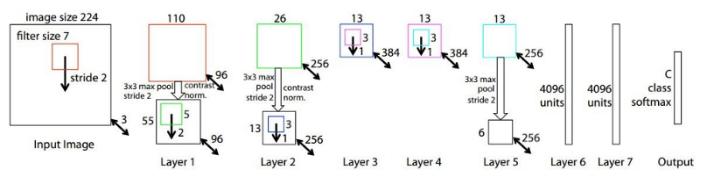


Рисунок 1.7 - ZF Net архітуктура

В результаті мережа розгортки відображає прихований шар мережі на оригінальне зображення. Щоб вивчити поведінку фільтра на певному зображенні за допомогою навченої нейронної мережі, необхідно спочатку здійснити висновок мережею, після чого в шарі досліджуваного фільтра обнулити всі ваги, крім терезів самого фільтра, і потім подати отриману активацію на шар мережі розгортки. У мережі розгортки послідовно застосовуються операції Unpooling, ReLU і фільтрації. Unpooling частково відновлює вхід відповідного шару субдіск

ретізація, запам'ятовуючи координати, які вибрав шар субдіскретізації. ReLU - звичайний шар, що застосовує функцію ReLU. Шар фільтрації виконує операцію згортки з вагами відповідного шару згортки, але ваги кожного фільтра «перевернуті» вертикально і горизонтально. Таким чином, вихідна активація фільтра рухається в зворотному напрямку, поки не буде відображена в оригінальному просторі зображення.

1.3.3 VGG Net

VGG Net - модель згорткової нейронної мережі, запропонована в Simonyan та Zisserman [7].

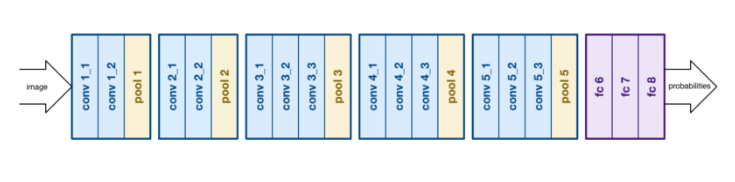


Рисунок 1.8 - VGG Net архітектура

В даній мережі відмовилися від використання фільтрів розміром больее, ніж 3x3. Автори показали, що шар з фільтром 7x7 еквівалентний трьом верствам з фільтрами 3x3, причому в останньому випадку використовується на 55% менше параметрів. Аналогічно шар з фільтром 5x5 еквівалентний двом верствам з фільтром 3x3, які економлять 22% параметрів мережі. Візуальне подання такої декомпозиції можна побачити на малюнку 1.9



Рисунок 1.9 - декомпозиція фільтра 5х5

.

Декомпозиція фільтра 5x5 на змаганні ILSVRC 2014 ансамбль з двох VGG Net отримав top-5 помилку 7,3%. Хоча дана модель і не перемогла в змаганні, через її простоти вона використовується в більш складних мережах, призначених для детектування предметів, семантичної сегментації або маскування об'єктів.

1.3.4 Inception

Inveption-v1 - переможець ILSVRC 2014 за top-5 помилкою 6,7%, також відомий як GoogLeNet [8].



Рисунок 1.10 - Модуль Inception

Творці цієї мережі виходили з факту, що після кожного шару мережі необхідно зробити вибір - чи буде наступний шар сверткой з фільтром 3х3, 5х5, 1х1 або ж шаром cубдіскретізації. Кожен з таких шарів корисний - фільтр 1x1 виявляє кореляцію між каналами, в той час як фільтри більшого розміру реагують на більш глобальні ознаки, а шар субдіскретізації дозволяє зменшити розмірність без великих втрат інформації. Замість того щоб вибирати, який саме шар повинен бути наступним, пропонується використовувати всі шари відразу, паралельно один одному, а потім об'єднати отримані результати в один. Щоб уникнути зростання числа параметрів, перед кожним шаром згортки використовується згортка 1x1, яка зменшує число карт ознак. Такий блок шарів назвали модулем Inception (Рисунок 1.10). Також в GoogLeNet відмовилися від використання повнозв'язну шару в кінці мережі, використовуючи замість нього шар Average Pooling (усереднення), завдяки чому різко зменшилася кількість параметрів в мережі. Таким чином, GoogLeNet, що складається з більш ніж ста базових шарів, має майже в 12 разів менше параметрів, ніж AlexNet (близько 7 мільйонів параметрів проти 138 мільйонів).

1.3.5 ResNet

Переможцем ILSVRC 2015 з top-5 помилкою в 3,57% став ансамбль з шести мереж типу ResNet (Residual Network), розроблений в Microsoft Research. Автори ResNet помітили, що з підвищенням числа шарів свёрточная нейронна мережа може почати деградувати - у неї знижується точність на валідаційних даних. Так як падає точність і на тренувальних даних, можна зробити висновок, що проблема полягає не в перенавчанні мережі. Було зроблено припущення, що якщо згоркова нейронна мережа досягла своєї межі точності на деякому шарі, то всі такі шари повинні будуть виродитися в тотожне перетворення, але через складність навчання глибоких мереж цього не відбувається. Для того щоб «допомогти» мережі, було запропоновано ввести пропускні з'єднання (Shortcut Connections), зображені на малюнку 1.11.



Рисунок 1.11 - Пропускне з'єднання

Нехай оригінальна мережа повинна обчислювати функцію H(X). Визначимо її залишкову функцію як , яка, в теорії, повинна простіше навчатися мережею. Додавши пропускні з'єднання, як показано на малюнку 1.11, мережа вчиться залишкової функції, яка потім складається з тотожним перетворенням.

Аналіз показав, що глибокі залишкові нейронні мережі можна вважати ансамблем, що складається з більш дрібних залишкових нейронних мереж, чия ефективна глибина збільшується в процесі навчання.

1.3.6 Inception-v4 та Inception-ResNet

Після успіху ResNet, в [Szegedy, Ioffe et al., 2016] були представлені наступні версії мережі Inception: Inception-v4 і Inception - ResNet. В обох варіантах модуль Inception був розбитий на модулі A, B і C для входів розмірністю 35х35, 17х17 і 8х8 відповідно. Також були виділені блоки редукції, в яких відбувається зниження розмірності і збільшення глибини даних усередині мережі. У Inception-v4 головними нововведеннями є заміна Max Pooling на Average Pooling в самих модулях Inception. Для Inception-ResNet в модулі Inception були додані пропускні з'єднання. Були сконструйовані дві версії мережі - Inception-ResNet-v1, для якої потрібно менше обчислень, і Inception-ResNet-v2. Як приклад на малюнку 1.12 представлений модуль Inception-ResNet-C для Inception- ResNet-v1.



Рисунок 1.12 - Модуль Inception-ResNet-C для Inception-ResNet-v1

1.4 Постановка задачі

/// Поменять на свою

Метою даної роботи є побудова конволюцiйної мережі для вирішення задачі екземплярної сегментацiї, а саме автоматизації виявлення ядер клiток людини на медичних знімках.

Робота включає наступні етапи:

1. огляд основних моделей та методів для вирішення задач екземлпярної сегментації;
2. вибір методу для вирiшення задачі екземплярної сегментацii;
3. вибір початкових даних;
4. побудова конволюцiйної мережі;
5. навчання конволюційної мережі;
6. аналіз отриманого результату.

# 2 ПОШУК АРХІТЕКТУР НЕЙРОНИХ МЕРЕЖ

Пошук архітектур нейронних мереж це намагання об'єднати всі блоки нейронних мереж найкращим чином, щоб отримати найвищу продуктивність в одній задачі, скажімо: категоризація зображень ImageNet. Всі архітектури були створені людьми інтуїцією та логікою. Але, як ви можете собі уявити, це не завжди може привести до найкращих рішень. Це не шлях до прогресу, оскільки ми будемо обмежені тим, чим людський розум може придумати і ніколи не шукати повного простору нейронних архітектур. Нейромережеві алгоритми будуть вигравати людину в області пошуку нейронної архітектури, так само, як вони виграють їх і в шахи! Отже, шлях до використання - це використання нейронних мереж для пошуку кращих нейронних архітектур. Фактично ми будемо використовувати ті ж самі методи градієнтного спуску, щоб керувати величезним пошуком нейронної архітектури. Але, як ви можете бачити, існує багато можливих нейронних будівельних блоків, а простір пошуку величезний. Уявіть собі, що ми спробуємо всі можливі згорткові шари: різне число входів виходів площин, розширення, глибинність, об'єднання, нелінійність і т.д. Це неймовірно величезний простір, на обробку якого не вистачить часу. Але ж існують підходи та жадібні алгоритми, які вже настигли непоганих результатів.

2.1 Пошук нейроної архітектура за допомогою навчання с підкріпленням

Цей розділ представляє пошуку нейронної архітектури, на основі градієнту для пошуку хороших архітектур (Рисунок 2.1).

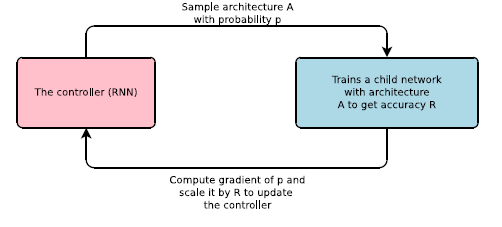


Рисунок 2.1 - Огляд пошуку нейронної архітектури

Наша робота ґрунтується на спостереженні, що структуру та зв'язок нейронної мережі зазвичай можна визначити за допомогою рядка змінної довжини. Тому для створення такого рядка можна використовувати повторювану мережу - контролер. Навчання мережі, визначеної рядком - "дитяча мережа" - на реальних даних призведе до точності набору перевірки. Використовуючи цю точність як сигнал винагороди, ми можемо обчислити градієнт політики для оновлення контролера. В результаті, в наступній ітерації, контролер надасть більш високі ймовірності архітектурам, які отримують високу точність. Іншими словами, контролер навчиться вдосконалювати свій пошук з часом. Експерименти показують, що пошук нейронної архітектури може створювати хороші моделі з нуля, досягнення, яке вважається неможливим з іншими методами. При розпізнаванні зображень за допомогою CIFAR-10 пошук нейронної архітектури може знайти нову модель ConvNet, яка є кращою, ніж більшість архітектур, винайдених людиною. Наша модель CIFAR-10 досягає помилки набору тестів на рівні 3,65, що на 1.05x швидше, ніж поточна найкраща модель.

2.1.1 Навчання з підкріпленням

Список маркерів, які передбачає контролер, може розглядатися як список дій для розробки архітектури дочірньої мережі. При збіжності ця дочірня мережа досягатиме точність R на триманому наборі даних. Ми можемо використовувати цю точність R як сигнал винагороди і використовувати навчання з підкріпленням для підготовки контролера. Більш конкретно, щоб знайти оптимальну архітектуру, ми просимо нашого контролера максимізувати свою очікувану винагороду, представлену ):

Оскільки сигнал винагороди R не є диференційованим, нам потрібно використовувати метод градієнта політики для ітеративного оновлення c. У цій роботі ми використовуємо правило REINFORCE від Williams (1992) [10]:

Емпіричне наближення вищевказаної кількості:

де m - це кількість різних архітектур, які контролер відбирає в одній партії, а T - кількість гіперпараметрів, наш контролер повинен передбачити, щоб створити архітектуру нейронної мережі. Точність перевірки, що досягається k-ою архітектурою нейронної мережі після навчання на навчальному наборі даних, є . Вищезгадане оновлення є об'єктивною оцінкою для нашого градієнта, але має дуже високу дисперсію. Для зменшення дисперсії цієї оцінки ми використовуємо функцію базової лінії:

До тих пір, поки функція b базової лінії не залежить від поточної дії, то це все ще є неупередженою оцінкою градієнта. У цій роботі наша базова лінія b є експоненціальною ковзною середньою точкою попередньої архітектури.

Прискорення навчання з паралелізмом та асинхронними оновленнями: у нейромережевому пошуку кожне оновлення градієнта до параметрів контролера відповідає підготовці однієї дочірньої мережі до конвергенції. Оскільки навчання дитячої мережі може тривати кілька годин, ми використовуємо розподілене навчання та асинхронні оновлення параметрів для того, щоб прискорити процес навчання контролера. Ми використовуємо схему параметр-сервер, де є сервер параметрів S, який зберігає спільні параметри для реплік K-контролерів. Кожен контролер маэ репліки зразків m різних дочірніх архітектур, які навчаються паралельно. Потім контролер збирає градієнти за результатами цієї мініатюри m архітектур при збіжності і відправляє їх на сервер параметрів для того, щоб оновити ваги всіх реплік контролера. У нашій реалізації, збіжність кожної дитячої мережі досягається тоді, коли її підготовка перевищує певну кількість епох. Ця схема паралелізму узагальнена на рисунку 2.2:

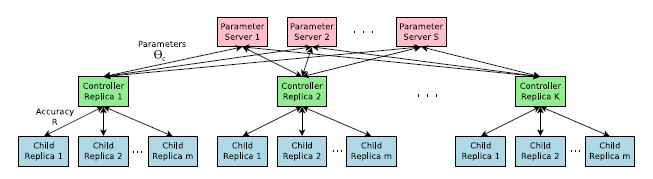


Рисунок 2.2 - Розподілене навчання для пошуку нейронної архітектури

2.1.2 Навчання згорткової мережи на CIFAR-10

Після того, як контролер тренує 12 800 архітектур, ми знаходимо архітектуру, яка досягає найкращої точності перевірки. Потім ми виконуємо пошук за малим рівнем сітки за швидкістю навчання, розпадом ваги, епсилоном партенорми і епохою для зменшення швидкості навчання. Найкраща модель з цього пошуку сітки виконується до збіжності, і тоді ми обчислюємо точність тестування такої моделі і підсумовуємо результати. По-перше, якщо ми попросимо контролера не прогнозувати кроки або об'єднання, це може створити 15-шарову архітектуру, яка досягає 5,50% помилок на тестовому наборі. Ця архітектура має гарний баланс між точністю і глибиною. Насправді, це найдрібніша і, можливо, найбільш недорога архітектура серед найбільш ефективних мереж. Ця архітектура показана на рисунку 2.3.

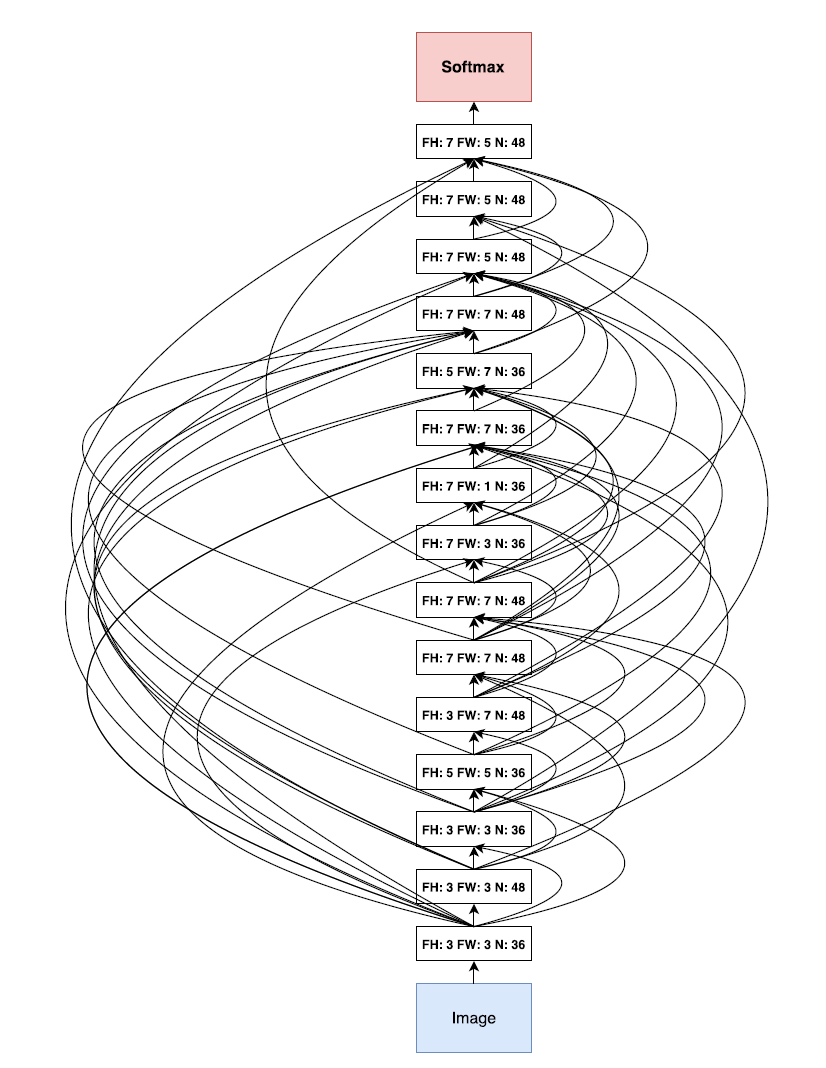


Рисунок 2.3 - Згорткова архітектура, виявлена даним методом, коли простір пошуку не має кроків або шарів об'єднання. FH - висота фільтра, FW - ширина фільтра, а N - кількість фільтрів. Зверніть увагу, що пропущені з'єднання не є залишковими з'єднаннями. Якщо один шар має багато вхідних шарів, то всі вхідні шари об'єднані в розмірність глибини.

Примітною особливістю цієї архітектури є те, що вона має багато прямокутних фільтрів і воліє більші фільтри у верхніх шарах. Подібно до залишкових мереж, архітектура також має багато одностадійних пропусків. Ця архітектура є локальним оптимумом в тому сенсі, що якщо ми її збуремо, її продуктивність стає гірше. Наприклад, якщо ми щільно з'єднаємо всі шари з пропусками підключень, її продуктивність стає трохи гірше: 5,56%. Якщо видалити всі пропущені з'єднання, її продуктивність падає до 7,97%. У другому наборі експериментів ми просимо контролера передбачити кроки на додаток до інших гіперпараметрів. Як було сказано раніше, це є більш складним завданням, оскільки це є більший простір пошуку. У цьому випадку він знаходить 20-шарову архітектуру, яка досягає 6.01% похибки на тестовому наборі, що не набагато гірше, ніж перший набір експериментів. Нарешті, якщо ми дозволимо контролеру включати 2 шари об'єднання на шарі 13 і шарі 24 архітектури, контролер може конструювати 39-шарову мережу, яка досягає 4,47%, що дуже близька до кращої людської архітектури, яка досягає 3.74%. Для обмеження складності пошукового простору ми передбачаємо, що наша модель передбачає 13 шарів, де кожен шар прогнозування є повністю пов'язаним блоком з 3 шарів. Крім того, ми змінюємо кількість фільтрів, які наша модель може передбачити з [24, 36, 48, 64] до [6, 12, 24, 36]. Наш результат може бути покращений до 3,65%, додавши ще 40 фільтрів до кожного шару нашої архітектури. Додатково ця модель з 40 доданими фільтрами дорівнює 1.05x так само швидко, як і модель DenseNet, яка досягає 3.74%, маючи кращу продуктивність. Модель DenseNet, яка досягає частоти помилок 3,46%, використовує згортання 1x1 для зменшення загальної кількості параметрів, що ми не робили, тому це не є точним порівнянням.

2.2 Регуляризована еволюція для пошуку архітектур класифікатора зображень

Популярний підхід до еволюції пройшов через генераційні алгоритми. Всі моделі в популяції повинні завершити підготовку до того, як буде розраховано наступне покоління. Еволюція поколінь стає неефективною в розподіленому середовищі, де для тренування кожної моделі використовується інша машина: машини, які тренують швидші моделі, закінчують раніше і повинні чекати простою, поки всі машини не будуть готові. Алгоритми реального часу вирішують цю проблему. Однак, на відміну від генераційних алгоритмів, ці моделі відкидають моделі відповідно до їхньої продуктивності або взагалі не відкидають їх, внаслідок чого моделі залишаються живими в популяції протягом тривалого часу - навіть для всього експерименту. Наведемо докази того, що кінцеві терміни еволюції старіння можуть дати кращі результати, ніж прямий вибір турніру, зберігаючи при цьому свою ефективність. У цьому методі вік призначається генам, щоб розділити популяцію постійного розміру на групи, що називаються віковими шарами. Кожен шар містить осіб з генами подібного віку. Тільки після того, як гени пережили певний віковий розрив, вони можуть перейти до наступного шару. Мета полягає в тому, щоб обмежити конкуренцію (знову введені гени не можуть бути негайно поза конкуренцією з боку високо-відібраних старших). Їх алгоритм вимагає запровадження двох додаткових мета-параметрів (розмір вікового розриву і кількість вершин). На відміну від цього, в нашому алгоритмі, вік призначається індивідам (а не генам) і використовується тільки для відстеження найстарішої особини в популяції. Це дозволяє видаляти таких найстаріших осіб на кожному циклі (зберігаючи постійний розмір населення). Таким чином, наш підхід відповідає нашій меті - максимально простим методом. Зокрема, наш метод залишається схожим на природу (де молоді люди рідше помирають, ніж самі старі) і не вимагає додаткових мета-параметрів.

2.2.1 Пошуковий простір

Всі експерименти використовують пошуковий простір NASNet [11]. Це простір класифікаторів зображень, всі з яких мають фіксовану зовнішню структуру, позначену на малюнку 2.4 (ліворуч): передавальний стек Inception-подібних модулів, що називаються клітинами. Кожна комірка отримує прямий вхід від попередньої комірки (як зображено) і пропускає вхід з осередку перед ним (мал. 2.4, середина). Клітини в стеку бувають двох типів: нормальна клітина і відновна клітина. Всі нормальні клітини обмежені тим, що мають ту ж саму архітектуру, що і клітини відновлення, але архітектура нормальних осередків не залежить від такого відновлення клітин. За винятком цього, єдина відмінність між ними полягає в тому, що за кожним застосуванням відновлювальної комірки слідує крок 2, який зменшує розмір зображення, тоді як нормальні клітини зберігають розмір зображення. Як видно на малюнку, нормальні клітини розташовуються в трьох стеках N клітин. Мета архітектурно-пошукового процесу полягає у виявленні архітектур нормальних і редукційних клітин.

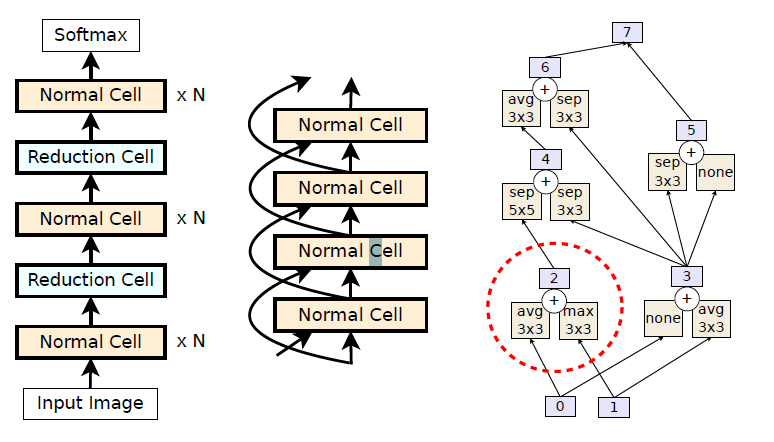


Рисунок 2.4 - NasNet пошуковий простір [11]

Як зображено на малюнку 2.4 (середній і правий), кожна комірка має два вхідні тензори активації і один вихід. Сама перша комірка приймає дві копії вхідного зображення. Після цього входи є виходами двох попередніх комірок. І нормальні, і редукційні елементи повинні відповідати наступній конструкції. Два тензори вводу стільники вважаються прихованими станами «0» і «1». Більш приховані стани потім будуються через попарні комбінації. Попарна комбінація зображена на малюнку 1 (праворуч, усередині пунктирного кола). Вона полягає в застосуванні операції (або операції) до існуючого прихованого стану, застосуванню іншого оператора до іншого існуючого прихованого стану і додавання результатів для створення нового прихованого стану. Операції належать до фіксованого набору загальних операцій згорткових мереж, таких як згортки і шари об'єднання. Дозволено повторювати приховані стани або операції в комбінації. У клітинній прикладі на малюнку 2.4 (праворуч) перша попарна комбінація застосовує 3x3 avarage pool до прихованого стану 0 і 3x3 max pool до прихованого стану 1, щоб створити прихований стан 2. Наступна попарна комбінація може тепер вибирати з прихованих станів 0, 1 і 2 для створення прихованого стану 3 (вибрали 0 і 1 на малюнку 2.4) і так далі. Після рівно п'яти попарних комбінацій будь-які приховані стани, які залишаються невикористаними (приховані стани 5 і 6 на малюнку 2.4), об'єднуються для формування виходу комірки (прихованого стану 7). Дана архітектура повністю визначена п'ятьма попарними комбінаціями, які складають нормальну клітинку, і п'ять, які складають осередок відновлення. Як тільки архітектура вказана, модель все ще має два вільні параметри, які можуть бути використані для зміни її розміру (і її точності): кількість нормальних осередків на стек (N) і кількість вихідних фільтрів операцій згортки (F) . N і F визначаються вручну.

2.2.2 Еволюційний алгоритм

Еволюційний метод, який ми використовували, узагальнено в попередньому розділі. Він зберігає популяцію P підготовлених моделей протягом усього експерименту. Популяція ініціалізується моделями з випадковими архітектурами. Всі архітектури, які відповідають описуваному простору пошуку, є можливими і однаково ймовірними.

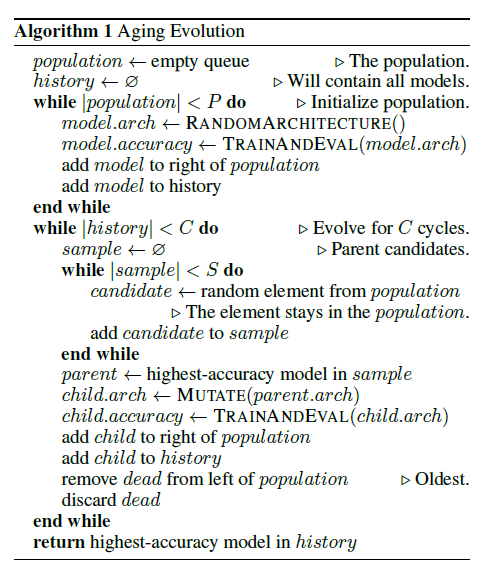


Рисунок 2.5 – Еволюційний алгоритм

Після цього еволюція покращує початкову популяцію в циклах. На кожному циклі зразки S випадкових моделей з популяції, кожна з яких витягнута рівномірно випадковим чином з заміною. Модель з найбільшою придатністю перевірки в межах цього зразка вибирається як батьківська. Нова архітектура, звана дитиною, будується з батьків шляхом застосування трансформації, званої мутацією. Мутація викликає просту і випадкову модифікацію архітектури і докладно описано нижче. Після побудови дитячої архітектури вона потім навчається, оцінюється і додається до населення. Цей процес називається турнірним відбором. У виборі турніру часто зустрічається фіксація розміру популяції на початковому значенні P.

Це часто досягається додатковим кроком у кожному циклі: відкидання (або вбивство) найгіршої моделі у випадковій S-вибірки. На відміну від цього, у цій роботі ми віддаємо перевагу новому підходу: вбиваючи найдавнішу модель в популяції, тобто вилучаючи з популяції модель, яку тренували найдавніше. Це сприяє новим моделям населення. Цей підхід будемо називати еволюцією старіння. У контексті пошуку архітектури еволюція старіння дозволяє нам більше досліджувати пошуковий простір, а не надто рано збільшувати належні моделі. На практиці цей алгоритм паралелізується шляхом розподілу циклу “while jhistoryj” у алгоритмі 1 на декількох робочих. Інтуїтивно, мутації можна розглядати як забезпечення дослідження, а вибір батьків забезпечує експлуатацію. Параметр S контролює агресивність експлуатації: S = 1 зводиться до типу випадкового пошуку і 2 < S < Р призводить до еволюції різної жадібності. Нові моделі будуються шляхом застосування мутації до існуючих моделей, перетворюючи їхні архітектури випадковими способами. Для переміщення по простору пошуку NASNet, описаному вище, ми використовуємо дві основні мутації, які ми називаємо мутацією прихованого стану і мутацією операцій. Третя мутація, ідентичність, також можлива. Тільки одна з цих мутацій застосовується в кожному циклі, вибираючи між ними навмання.

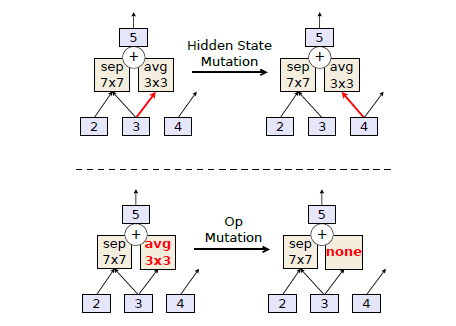


Рисунок 2.6 - Зображення двох видів мутації

Прихована мутація стану полягає в тому, що спочатку робиться випадковий вибір того, чи потрібно змінювати нормальну клітинку або відновну клітинку. Як тільки клітина обрана, мутація вибирає одну з п'яти попарних комбінацій рівномірно навмання. Як тільки попарна комбінація вибрана, один з двох елементів пари обирається рівномірно випадковим чином. Обраний елемент має один прихований стан. Цей прихований стан тепер замінений на інший прихований стан всередині клітини, за умови, що не утворюються петлі (щоб зберегти передавальний характер вузла). На малюнку 2.6 (зверху) показаний приклад. Мутація Op веде себе як прихована мутація стану до вибору однієї з двох осередків, однієї з п'яти попарних комбінацій, і одного з двох елементів пари. Тоді він відрізняється тим, що він змінює Op, а не прихований стан. Він виконує це, замінюючи існуючий оператор з випадковим вибором з фіксованого списку операцій. На малюнку 2.6 (внизу) показаний приклад.

2.2.3 Результати

///Добавить результаты

# 3 РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПОШУКУ АРХІТЕКТУРИ

3.1 DARTS

У цій роботі ми підходимо до проблеми з іншого боку і пропонуємо метод ефективного пошуку архітектури під назвою DARTS (Диференційований пошук архітектури). Замість того, щоб шукати дискретний набір архітектур-кандидатів, ми розслабляємо простір пошуку, до безперервного, так що архітектура може бути оптимізована по відношенню до продуктивності набору валідації за допомогою градієнтного спуска. Ефективність даних на основі оптимізації на основі градієнта, на відміну від неефективного пошуку в чорній коробці, дозволяє DARTS досягати конкурентних показників за допомогою сучасних технологій, використовуючи на порядки менше ресурсів обчислення. Це також перевершує інший ефективний метод пошуку архітектури ENAS (Pham et al., 2018b). Примітно, що DARTS є простішим, ніж багато існуючих підходів, оскільки він не включає жодних контролерів (Zoph and Le, 2016; Baker et al., 2016; Zoph et al., 2017; Pham et al., 2018b), гіпермережі (Brock et al., 2016). ., 2017) або прогностичні показники (Liu et al., 2017a), але воно є достатньо загальним для пошуку як згорткових, так і рекурентних архітектур.

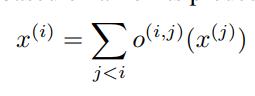
Ідея пошуку архітектур в рамках безперервного домену не є новою (Saxena і Verbeek, 2016; Ahmed і Torresani, 2017; Shin et al., 2018), але є кілька основних відмінностей. Хоча попередні роботи прагнуть тонко налаштувати певний аспект архітектури, наприклад, форми фільтрів або структури розгалужень у згортковій мережі, DARTS здатний виявляти високопродуктивні архітектури зі складною топологією графів у просторі пошуку. Більш того, DARTS не обмежується жодною конкретною архітектурною сім'єю і здатний виявляти як згорткові, так і рекурентні мережцій роботі ми підходимо до проблеми з іншого боку і пропонуємо метод ефективного пошуку архітектури під назвою DARTS (Диференційований пошук архітектури). Замість того, щоб шукати дискретний набір архітектур-кандидатів, ми розслабляємо простір пошуку, щоб бути безперервним, так що архітектура може бути оптимізована по відношенню до продуктивності набору валідації за допомогою градієнтного спуска. Ефективність даних на основі оптимізації на основі градієнта, на відміну від неефективного пошуку в чорній коробці, дозволяє DARTS досягати конкурентних показників за допомогою сучасних технологій, використовуючи на порядки менше ресурсів обчислення. Це також перевершує інший ефективний метод пошуку архітектури ENAS (Pham et al., 2018b). Примітно, що DARTS є простішим, ніж багато існуючих підходів, оскільки він не включає жодних контролерів (Zoph and Le, 2016; Baker et al., 2016; Zoph et al., 2017; Pham et al., 2018b), гіпермережі (Brock et al., 2016). ., 2017) або прогностичні показники (Liu et al., 2017a), але воно є достатньо загальним для пошуку як згорткових, так і рекурентних архітектур.

3.1.1 Пошуковий простір

Також як Zoph et al. (2017); Real et al. (2018); Liu et al. (2017a, b), шукаємо обчислювальну клітину як будівельний блок кінцевої архітектури. Вивчену клітинку можна або складати, щоб сформувати згорткову мережу, або рекурсивно з'єднати, щоб сформувати рекурентну мережу.

Кожен вузол x (i) є латентним представленням (наприклад, картою ознак у згорткових мережах), і кожен спрямований край (i, j) пов'язаний з деякою операцією o (i, j), яка перетворює x (i). Будемо вважати, що комірка має два вхідних вузла і один вихідний вузол. Для згорткових осередків вхідні вузли визначаються як вихідні клітинки у попередніх двох шарах (Zoph et al., 2017). Для повторюваних комірок вони визначаються як вхідні дані на поточному кроці, а стан, що переноситься з попереднього кроку. Вихід комірки отримують, застосовуючи операцію відновлення (наприклад, конкатенацію) до всіх проміжних вузлів.

Кожен проміжний вузол обчислюється на основі всіх його попередників:



Спеціальна нульова операція також включена, щоб вказати на відсутність зв'язку між двома вузлами. Таким чином, завдання вивчення комірки зводиться до вивчення операцій по її краях.

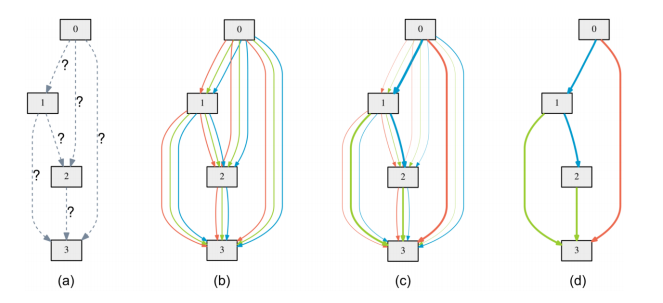
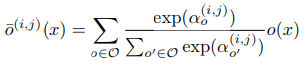


Рисунок 1 - Огляд DARTS: (a) Операції на краях спочатку невідомі. (b) Безперервна релаксація простору пошуку шляхом розміщення на кожному краю суміші операцій-кандидатів. (c) Спільнеоптимізація ймовірностей змішування і вагових коефіцієнтів мережі шляхом вирішення двовимірної задачі оптимізації. (d) Індукування остаточної архітектури з вивчених ймовірностей змішування.

3.1.2 Безперервна релаксація та оптимізація

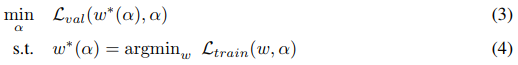
Нехай O - набір операцій-кандидатів (наприклад, згортка, максимальне об'єднання, нуль), де кожна операція являє собою деяку функцію o (·), яка буде застосована до x(i). Для того, щоб простір пошуку був безперервним, ми розслабляємо категоричний вибір конкретної операції як софтмакс над усіма можливими операціями:



де операції змішування ваг для пари вузлів (i, j) параметризовані за допомогою вектора α (i, j) розмірності | O |. Після релаксації завдання пошуку архітектури зводиться до вивчення безлічі безперервних змінних α α (i, j), як показано на малюнку 1. Після закінчення пошуку дискретна архітектура виходить шляхом заміни кожної змішаної операції o¯ (i j) з найбільш вірогідною операцією, тобто o (i, j) = argmaxo∈O α (i, j) o. У подальшому ми посилаємося на α як (кодування) архітектури.

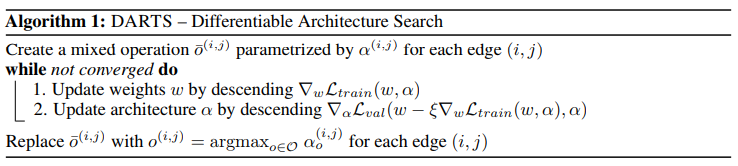
Після релаксації наша мета полягає в спільному вивченні архітектури α і ваг w у всіх змішаних операціях (наприклад, ваги фільтрів згортки). Аналогічний архітектурному пошуку за допомогою RL (Zoph and Le, 2016; Zoph et al., 2017; Pham et al., 2018b) або еволюція (Liu et al., 2017b; Real et al., 2018), де ефективність набору перевірок трактується як винагорода або придатність, DARTS прагне оптимізувати втрату валідації, але з використанням градієнтного спуску.

Позначимо через Ltrain і Lval тренування і втрату валідації відповідно. Обидві втрати визначаються не тільки архітектурою α, але і вагою w в мережі. Мета архітектурного пошуку полягає в тому, щоб знайти α∗, що мінімізує втрати валідації Lval (w ∗, α ∗), де ваги w∗, пов'язані з архітектурою, отримуються шляхом мінімізації втрат на навчання w∗ = argmin w Ltrain (w, α∗). Це має на увазі задачу оптимізації на двох рівнях (Anandalingam and Friesz, 1992; Colson et al., 2007) з α як змінну верхнього рівня і w як змінну нижнього рівня:



Вкладена формулювання також виникає в оптимізації гіперпараметрів на основі градієнта (Maclaurin et al., 2015; Pedregosa, 2016), що пов'язано в тому сенсі, що безперервну архітектуру α можна розглядати як особливий тип гіперпараметра, хоча його розмірність істотно вище, ніж скалярні гіперпараметри (наприклад, швидкість навчання), і її важче оптимізувати.

3.1.3 Наближення



Вирішення двовимірної оптимізації точно є непосильним, оскільки вимагатиме перерахунку w ∗ (α) шляхом вирішення внутрішньої задачі (4), коли відбувається будь-яка зміна в α. Таким чином, ми пропонуємо приблизну процедуру оптимізації, де w і α оптимізуються шляхом чергування кроків градієнтного спуску у вагових і архітектурних просторах відповідно (Alg. 1). На етапі k з урахуванням струмової архітектури α\_(k – 1) отримуємо w\_k, переміщуючи w\_(k – 1) у напрямку мінімізації тренувальної витрати Ltrain (wk − 1, αk − 1). Потім, зберігаючи фіксовані ваги wk, ми оновлюємо архітектуру таким чином, щоб зменшити втрату валідації після одного етапу сходження градієнта w.r.t. ваги:

де ξ - швидкість навчання для цього віртуального кроку градієнта. Мотивація (5) полягає в тому, що ми хотіли б знайти архітектуру, яка має низьку втрату валідації, коли її ваги оптимізовані за допомогою спуску градієнтів, де однокрокові розгортані ваги служать сурогатом для w ∗ (α). Для мета-навчання для трансферу моделей був використаний подібний підхід (Finn et al., 2017). Примітно, що динаміка нашого ітеративного алгоритму визначає гру Stackelberg (Von Stackelberg, 1934) між оптимізатором (лідером) і оптимізатором w (послідовник), який зазвичай вимагає від лідера передбачити наступний крок наступного кроку для досягнення рівноваги. Хоча в даний час ми не знаємо про гарантії конвергенції нашого алгоритму оптимізації, на практиці вона здатна сходитися з прийнятним вибором ξ. Ми також зауважимо, що коли імпульс для оптимізації ваги включений, єдина навчальна мета (5) змінюється відповідно, і весь наш аналіз все ще застосовується.

Архітектурний градієнт дається шляхом диференціації (5) w.r.t. α (пропускаємо індекс кроку k для стислості):

де позначає вагові коефіцієнти для однокрокової моделі вперед. Градієнт (6) містить матрично-векторний продукт у своєму другому члені, який є дорогим для обчислення. На щастя, складність може бути значно зменшена за допомогою апроксимації кінцевої різниці.

Оцінювання кінцевої різниці вимагає лише двох прямих пропусків для ваг і двох зворотних проходів для α, а складність зменшується від O (| α || w |) до O (| α | + | w|). Коли ξ = 0, похідна другого порядку в (6) зникне. У цьому випадку градієнт архітектури задається LαLval (w, α), що відповідає простої евристиці оптимізації втрати валідації за умови, що α і w незалежні один від одного. Це призводить до деякого прискорення, але емпірично гірших показників, згідно з нашими експериментальними результатами в табл. 1 та табл.2. 0 як наближення другого порядку.

3.1.4 Виведення дискретних архітектур

Після отримання безперервної архітектури, що кодує α, дискретну архітектуру отримують

Зберігаючи k найсильніших попередників для кожного проміжного вузла, де сила ребра визначається як. Щоб зробити нашу похідну архітектуру порівнянною з такою в існуючих роботах, ми використовуємо k = 2 для згорткових клітин (Zoph et al., 2017; Real et al., 2018) і k = 1 для рекурентних клітин (Pham et al., 2018b).

Замінюючи кожну змішану операцію як найбільш ймовірну операцію, беручи argmax.

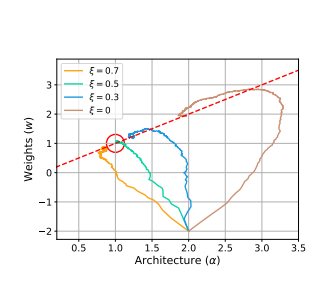


Рисунок 2: Динаміка навчання нашого ітераційного алгоритму при Lval (w, α) = αw - 2α + 1 і Ltrain (w, α) = w2 - 2αw + α2, починаючи з (α (0), w (0)) = ( 2, −2). Аналітичним рішенням для відповідної задачі двох-рівневої оптимізації є (α∗,w∗)=(1, 1), що висвічується в червоному колі. Пунктирна червона лінія вказує на можливий набір, де обмеження (4) виконується точно (а саме ваги в w є оптимальними для даної архітектури α). Приклад показує, що відповідний вибір ξ допомагає сходитися до кращого локального оптимуму.

3.1.5 Пошук свердловинних осередків на CIFAR-10

Ми включаємо наступні операції в O: 3 × 3 і 5 × 5 роздільних згорток, 3 × 3 і 5 × 5 розріджених відокремлюваних згорток, 3 × 3 максимального об'єднання, 3 × 3 середнього об'єднання, ідентичності і нуля. Усі операції мають один крок (якщо застосовується) і згорнуті карти властивостей доповнюються для збереження їх просторового дозволу. Ми використовуємо порядок ReLU-Conv-BN для згорткових операцій, і кожна зрізана згортка завжди застосовується двічі (Zoph et al., 2017; Real et al., 2018; Liu et al., 2017a).

Наша згорткова клітина складається з N = 7 вузлів, серед яких вихідний вузол визначається як поглиблена конкатенація всіх проміжних вузлів (вхідні вузли виключені). Іншу частину налаштувань слідує Zoph et al. (2017); Liu et al. (2017a); Real et al. (2018), де мережа потім формується шляхом складання декількох осередків разом. Перший і другий вузли осередку k задаються рівними виходам клітини k − 2 і осередку k − 1 відповідно, а в разі необхідності вставляються згортки 1 × 1. Клітини, розташовані на 1/3 і 2/3 від загальної глибини мережі, є редукційними осередками, в яких всі операції, розташовані поруч з вхідними вузлами, мають два кроки. Архітектура кодування, таким чином, є (α normal, α-reduce), де α-normal поділяється всіма нормальними клітинами, а α-reduce розділяється всіма клітинами відновлення.

Оскільки архітектура буде змінюватися протягом усього процесу пошуку, ми завжди використовуємо специфіку пакета для нормалізації пакетів ніж глобальна ковзна середня. Досліджувані афінні параметри в усіх нормалізаціях пакетів вимикаються під час процесу пошуку, щоб уникнути масштабування виходів операцій-кандидатів.

Щоб виконати пошук архітектури, ми зберігаємо половину даних тренувань CIFAR-10 як набори перевірок. Невелика мережа, що складається з 8 осередків, навчається з використанням DARTS на 50 епох, з розміром партії 64 (як для навчальних, так і для валідаційних наборів) і початковим числом каналів 16. Цифри, що були обрані для того, щоб мережа могла вписатися в один GPU. Ми використовуємо імпульс SGD для оптимізації ваг w, причому початкова швидкість навчання ηw = 0,025 (віджигається до нуля за косинусним графіком), імпульс 0,9 і розпад ваги 3 × 10−4. Ми використовуємо Адама як оптимізатор для архітектурнихзмінних (α в обох нормальних і редукційних клітинах), з початковою швидкістю навчання ηα = 3 × 10−4, імпульсом β = (0.5, 0.999) і ваговим спадом 10−3. Пошук займає один день з одним тільки GPU.

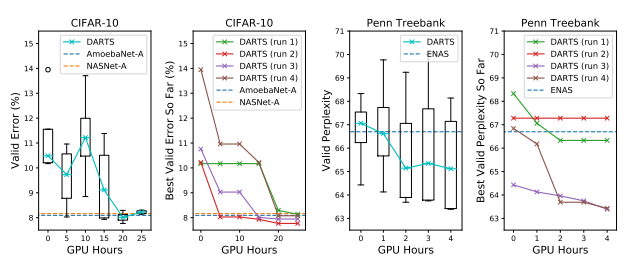


Figure 1 Пошук прогресу ДАРТС для згорткових клітин на CIFAR-10 і рекурентних клітинах на Penn Treebank. Ми відстежуємо останні архітектури з часом. Кожен знімок архітектури повторно тренується з нуля за допомогою навчального набору (для 100 епох на CIFAR-10 і для 300 епох на PTB) і потім оцінюється на наборі перевірок. Для кожного завдання ми повторюємо експерименти 4 рази з різними випадковими насінням, і повідомляємо про медіану і найкращу (за прогон) перевірку продуктивності архітектур з плином часу. В якості посилань ми також повідомляємо про результати (при тій же самій системі оцінювання; зі порівнянною кількістю параметрів) кращих існуючих осередків, виявлених за допомогою RL або еволюції, включаючи NASNet-A (Zoph et al., 2017) (1800 GPU днів), AmoebaNet-A (3150 ГПу днів) (Real et al., 2018) і ENAS (0.5 ДПУ в день) (Pham et al., 2018b)

3.2 ENAS

Основний внесок цієї роботи полягає в підвищенні ефективності NAS, змушуючи всі дочірні моделі обмінюватися вагами, уникаючи підготовки кожної моделі дитини з нуля до збіжності. Ідея має очевидні ускладнення, оскільки різні моделі дітей можуть використовувати свої ваги по-різному, але була заохочена попередньою роботою з transfer learning та multitask learning, яка встановила, що параметри, отримані для конкретної моделі, можуть бути використані для інших моделей на інших завдань, з невеликими або відсутніми модифікаціями (Razavian et al., 2014; Zoph et al., 2016; Luong et al., 2016). Ми емпірично показуємо, що не тільки обмін параметрами між дитячими моделями можливий, але він також встановлює дуже сильні показники. Зокрема, на CIFAR-10, наш метод досягає помилки випробування 2,89%, порівняно з 2,65% по NAS. На Penn Treebank, наш метод досягає тестового розгубленості 55.8, що значно перевершує тестовий розгубленість NAS від 62.4 (Zoph & Le, 2017) і є новим сучасним серед підходів Penn Treebank, які не використовують пост-обробку навчання. Важливо відзначити, що у всіх наших експериментах, для яких ми використовуємо один графічний процесор Nvidia GTX 1080Ti, пошук архітектури займає менше 16 годин. У порівнянні з NAS це скорочення GPU-годин більш ніж у 1000 разів. Завдяки своїй ефективності, ми називаємо наш метод Ефективний пошук нейронної архітектури (ENAS).

3.2.1 Метод

Центральним елементом ідеї ENAS є спостереження, що всі графіки закінчують ітеруватись, можна розглядати як підграфи більшого графіка. Іншими словами, ми можемо представляти пошуковий простір NAS за допомогою одного спрямованого ациклічного графа (DAG). Рисунок 2 ілюструє загальний приклад DAG, де архітектуру можна реалізувати, взявши підграф DAG. Інтуїтивно, DAG ENAS є суперпозицією всіх можливих дочірніх моделей у просторі пошуку NAS, де вузли являють собою локальні обчислення, а ребра представляють потік інформації. Локальні обчислення на кожному вузлі мають свої власні параметри, які використовуються тільки тоді, коли активується конкретне обчислення. Таким чином, конструкція ENAS дозволяє розподіляти параметри між усіма дочірніми моделями, тобто архітектурами, у просторі пошуку. Нижче ми обговоримо ENAS з прикладом, який ілюструє, як створити осередок для повторюваних нейронних мереж з певної DAG і контролера (розділ 2.1). Потім ми пояснимо, як навчати ENAS і як отримувати архітектури від контролера ENAS (розділ 2.2). Нарешті, ми пояснимо наш пошуковий простір для проектування згорткових архітектур (розділи 2.3 і 2.4).

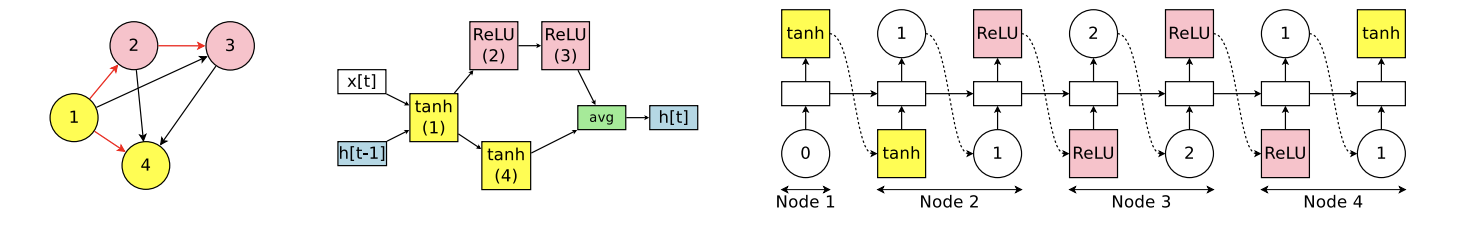


Рисунок 4- Приклад рекурентної клітки в нашому пошуковому просторі з 4 обчислювальними вузлами. Ліворуч: обчислювальна DAG, що відповідає повторюваної комірки. Червоні ребра являють собою потік інформації на графіку. Середній: рецидивна клітина. Праворуч: Виходи контролера RNN, які призводять до осередку в середині і DAG ліворуч. Зауважимо, що вузли 3 і 4 ніколи не є вибірковими за допомогою RNN, тому їх результати усереднюються і розглядаються як вихід клітини.

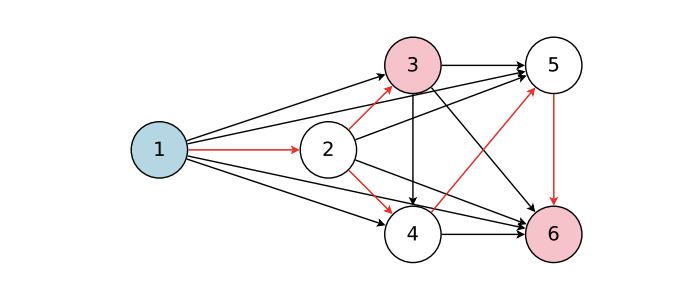
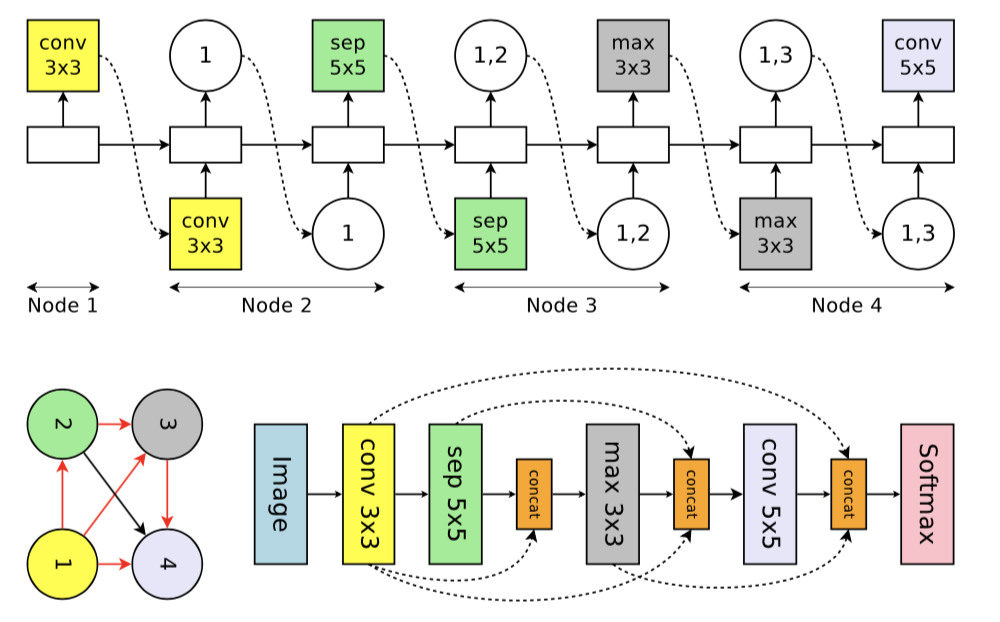


Рисунок 5 - Графік відображає весь простір пошуку, червоні стрілки визначають модель в просторі пошуку, яку вирішує контролер. Тут вузол1 є входом в модель, тоді як вузли 3 і 6 є виходами моделі

3.2.2 Проектування згорткових мереж



3. Приклад виконання повторюваної комірки в нашому пошуковому просторі з 4 обчислювальними вузлами, які представляють 4 шари в об'ємній мережі. Зверху: Вихід контролера RNN. Вліво ліворуч: обчислювальний DAG, що відповідає архітектурі мережі. Червоні стрілки позначають активні обчислювальні шляхи. Внизу справа: повна мережа. Пунктирними стрілками позначені пропуски з'єднань.

Розглянемо тепер пошуковий простір для згорткових архітектур.

Нагадаємо, що в просторі пошуку повторюваної комірки контролер RNN відбирає два рішення на кожному блоці прийняття рішення: 1) який попередній вузол підключити до і 2) яку функцію активації використовувати. У просторі пошуку для згорткових моделей контролер RNN також відбирає два набори рішень у кожному блоці прийняття рішень: 1) до яких попередніх вузлів підключаються і 2) які операції обчислення використовувати. Ці рішення будують шар у згортковій моделі. Рішення про те, які попередні вузли підключатимуться, дозволяє моделі формувати пропущені з'єднання (He et al., 2016a; Zoph & Le, 2017). Зокрема, на шарі k, до k − 1 взаємно відмінні попередні індекси, що призводить до 2k − 1 можливих рішень на рівні k. Наведемо ілюстративний приклад вибірки згорткової мережі на малюнку 3. У цьому прикладі, при шарі k = 4, контролер відбирає попередні індекси {1, 3}, так що виходи шарів 1 і 3 об'єднуються уздовж. Їх розмірність глибини і передається на рівень 4. Тим часом, рішення про те, яку операцію обчислення слід використовувати, встановлює певний шар у згортку або середнє пул або макс. Шість операцій, доступних для контролера: звивини з розмірами фільтрів 3 × 3 і 5 × 5, глибинно-розділові звивини з розмірами фільтрів 3 × 3 і 5 × 5 (Chollet, 2017), а також максимальне об'єднання та середнє об'єднання розмір ядра 3 × 3. Що стосується рекурентних клітин, то кожна операція на кожному шарі нашої згорткової мережі ENAS має окремий набір параметрів. Роблячи описаний набір рішень на загальну кількість разів L, ми можемо проаналізувати мережу L-шарів. Оскільки всі рішення є незалежними, у просторі пошуку існують мережі 6L × 2L (L-1) / 2. У наших експериментах L = 12, в результаті чого в 1,6 × 10^29 можливі мережі.

3.2.3 Проектування згорткових клітин

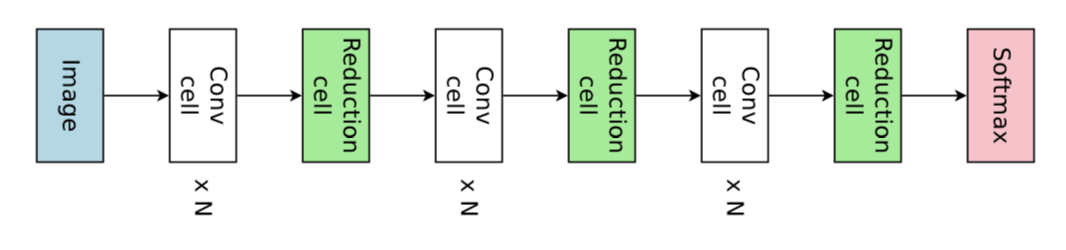


Рисунок 6 Підключення 3 блоків, кожен з N клітин згортки і 1 відновлювальної комірки, для створення кінцевої мережі.

Ми використовуємо обчислювальну DAG ENAS з B вузлами для представлення обчислень, які відбуваються локально в комірці. У цьому DAG вузол 1 і вузол 2 розглядаються як входи комірки, які є виходами двох попередніх осередків в кінцевій мережі (див. Фіг.4). Для кожного з решти B - 2 вузлів ми просимо контролера RNN зробити два набори рішень: 1) два попередніх вузла, які будуть використовуватися як вхідні дані для поточного вузла, і 2) дві операції, які будуть застосовані до двох вибірок. 5 доступних операцій: ідентичність, відокремлювана згортка з розміром ядра 3 × 3 і 5 × 5, і середнє об'єднання і максимальне об'єднання з розміром ядра 3 × 3. На кожному вузлі, після попередніх вузлів і їх відповідних операцій, відбираються операції застосовуються до попередніх вузлів, і їх результати додаються.

///

# 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Розрахунок кошторису витрат на проведення й впровадження результатів науково-дослiдної роботи

Виконання наукових досліджень, а також впровадження результатів науково-дослідної роботи (НДР) вимагає певних витрат, які необхідно розглядати як додаткові капіталовкладення. Витрати на проведення й впровадження результатів НДР відносяться до виробничих витрат. Як правило, всі витрати документально оформляються у вигляді кошторису. Основними статтями кошторису витрат є заробітна плата, нарахування на заробітну плату, вартість електроенергії (технологічна й освітлювальної), вартість оренди приміщення, амортизаційні відрахування на обчислювальну техніку, вартість впровадження й освоєння результатів НДР і планові накопичення.

4.1.1 Розрахунок фонду заробітної плати виконавців

Розрахунок фонду заробітної плати виконавців проводиться виходячи зі штатного розкладу й зайнятості виконавців у даній НДР. Виконавцями даної НДР є керівник дипломної роботи, консультанти частини економічного обґрунтування, частини охорони праці й частини цивільного захисту, а також інженер-математик. Штатний розклад приведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Штатний розклад

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Посада | Кількість виконавців | Час зайня-тості, міс | Коефіцієнт трудової участі | Оклад на місяць, грн. | Заробітна плата,, грн. |
| Керівник роботи, доцент | 1 | 3.5 | 0,075 | 6000,00 | 1575,00 |
| Консультант частини економічного обґрунтування, доцент | 1 | 3.5 | 0,005 | 7000,00 | 122,00 |
| Консультант частини охорони праці, доцент | 1 | 3.5 | 0,005 | 6000,00 | 105,00 |
| Консультант частини цивiльного захисту, доцент | 1 | 3.5 | 0,005 | 6000,00 | 105,00 |
| Виконавець, інженер-математик дослідник | | 1 | 3.5 | 1 | 4000,00 | 14000,00 |
| Усього | |  |  |  |  | 15907,00 |

Заробітна плата виконавців НДР складається з основної заробітної плати й різних доплат до неї:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4.1) |
|  |  |

де – основна заробітна плата;

– доплати до заробітної плати.

, (4.2)

де – розмір заробітної плати за штатним розкладом;

– розмір премій.

, (4.3)

де – коефіцієнт доплат до заробітної плати,

.

, (4.4)

де – коефіцієнт преміювання, ;

Розрахуємо заробітну плату для керівників дипломної роботи:

Керівник дипломної роботи:

= 1575,0 (1,0 + 0,12) (1,0 + 0,08) = 1905,12 грн;

Консультант частини з економічного обґрунтування:

= 122 (1,0 + 0,12) (1,0 + 0,08) = 147,57 грн;

Консультант частини охорони праці:

= 105 (1,0 + 0,12) (1,0 + 0,08) = 127,00 грн;

Консультант частини цивільної оборони:

= 105 (1,0 + 0,12) (1,0 + 0,08) = 127,00 грн;

Інженер-математик:

= 14000 (1,0 + 0,12) (1,0 + 0,08) = 16934,40 грн;

Всього витрати на заробітну плату складають:

заг = 1905,12 + 147,57 + 127,00 + 127,00 + 16934,40 = 19241,09 грн.

Всього витрати на заробітну плату склали 19241,09 грн.

4.1.2 Відрахування на соціальне страхування

Відрахування на соціальне страхування й інші відрахування розраховуються на підставі отриманого значення фонду заробітної плати:

, (4.5)

де  – коефіцієнт нарахувань на фонд заробітної плати, приймається в розмірі 0,362.

грн.

4.1.3 Розрахунок технологічної електроенергії

Розрахунок *технологічної електроенергії* проводиться виходячи із завантаження устаткування, що використовується під час проведення НДР (ЕОМ, принтер, сканер і ін.), по наступній формулі:

, (4.6)

де *Р* – тариф на електроенергію, ;

 – споживана потужність *i-ої* одиниці встаткування комп’ютера,

 = 0.1 кВт/год;

 – час роботи *i-ої* одиниці встаткування комп’ютера, год.

грн.

4.1.4 Розрахунок електроенергії, що витрачає на освітлення

Розрахунок електроенергії, що витрачає на освітлення, виконується виходячи з норм охорони праці по освітленню робочих місць

, (4.7)

де *Р* – тариф на електроенергію,.

 – кількість ламп, ;

 – споживана потужність однієї лампи,  = 0,04 кВт/год;

*Т* – час роботи ламп на висвітлення, год;

грн.

4.1.5 Амортизаційні відрахування на устаткування

Амортизаційні відрахування на устаткування розраховуються виходячи з залишкової вартості устаткування та його часу використання за наступною формулою:

, (4.8)

де ** – річна норма амортизації, що приймається в розмірі 26 % залишкової вартості устаткування;

 – залишкова вартість *i-ої* одиниці устаткування комп’ютера,  = грн;

 – час використання *i-ої* одиниці устаткування:

– комп’ютера, міс;

– принтера, міс;

грн.

4.1.6 Вартість оренди приміщення для проведення НДР

Розрахунок вартості оренди приміщення для проведення НДР враховує його площу та термін оренди та проводиться за наступною формулою:

, (4.9)

де  – коефіцієнт, що враховує податок на майно,  = 1,25;

 – площа приміщення, де проводилася НДР, м2;

 – вартість оренди одного квадратного метра приміщення,

грн/міс;

 – строк оренди,  = 3,5 міс;

Таким чином, отримаємо вартість оренди приміщення:

грн.

4.1.7 Інші витрати

Інші витрати (опалення, робота кондиціонера й ін.) приймаються в розмірі 6% від вартості оренди приміщення:

грн.

4.1.8 Вартість впровадження й освоєння результатів НДР

Результатом НДР є система, яка дослiджує та аналiзуює зображення клітин, зроблених за допомогою мікроскопа, та разраховує ймовірність захворюань. При впровадженні та освоєнні результатів НДР, необхідно залучити фахівця, який буде допомагати в освоєнні результатів НДР співробітниками компанії. Середня заробітна плата спеціаліста становить 15000 грн./міс. На впровадження НДР фахівцю потрібно приблизно три місяця. Отже, вартість впровадження й освоєння результатів НДР складе 45000 грн.

4.1.9 Витрати на проведення НДР

Витрати на проведення НДР являють собою суму витрат по окремих статтях:

, (4.9)

де  – інші витрати;

 – вартість впровадження й освоєння результатів НДР.

Таким чином, витрати на проведення НДР становлять:

грн.

4.1.10 Планові накопичення

Планові накопичення обираються в розмірі 30 % від витрат на проведення НДР:

грн.

4.1.11 Кошторис витрат на проведення НДР

Кошторис витрат на проведення НДР є сумою витрат на проведення НДР і планових накопичень. Результати розрахунку кошторису витрат приведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Кошторис витрат на проведення НДР

|  |  |
| --- | --- |
| Стаття витрат | Сума, грн |
| 1 Заробітна плата |  |
| 2 Відрахування на соціальне страхування |  |
| 3 Технологічна електроенергія |  |
| 4 Електроенергія на освітлення |  |
| 5 Амортизаційні відрахування на устаткування |  |
| 6Вартість оренди приміщення |  |
| 7 Інші витрати |  |
| 8 Вартість впровадження й освоєння результатів НДР |  |
| 9 Разом витрат |  |
| 10 Планові накопичення |  |
| Усього кошторис витрат на проведення НДР |  |

4.2 Класифікація й кодування запропонованої інновації

Основними критеріями класифікації інновацій повинні бути:

* комплексність набору класифікаційних ознак, що враховують, для аналізу й кодування;
* можливість кількісного (якісного) визначення критерію;
* наукова новизна й практична цінність пропонованої ознаки класифікації.

З урахуванням наявного досвіду й наведених критеріїв пропонується наступна класифікація нововведень і інновацій (див. таблицю 4.3).

Таблиця 4.3 - Класифікація нововведень і інновацій

|  |  |
| --- | --- |
| Ознака класифікації | Види інновацій |
| 1 Рівень новизни інновації | 1.1 Радикальні (відкриття, винаходи)  1.2 Ординарні (ноу-хау, раціоналізаторські пропозиції) |
| 2 Стадія життєвого циклу товару, на якій впроваджується інновація | 2.1 Інновації, впроваджувані на стадії стратегічного маркетингу  2.2 Інновації, впроваджувані на стадії НДОКР  2.3 Інновації, впроваджувані на стадії ОТПВ  2.4 Інновації, впроваджувані на стадії виробництва  2.5 Інновації, впроваджувані на стадії сервісного обслуговування | |
| 3 Масштаб новизни інновації | 3.1 Інновації у світовому масштабі  3.2 Інновації в країні  3.3 Інновації в галузі  3.4 Інновації для підприємства | |
| 4 Галузь народного господарства, де впроваджується інновація | 4.1 Наука  4.2 Освіта  4.3 Соціальна сфера  4.4 Матеріальне виробництво  4.5 Роботи й послуги |
| 5 Сфера застосування інновації | 5.1 Інновації для внутрішнього застосування  5.2 Інновації для нагромадження в організації  5.3 Нововведення для продажу |
| 6 Частота застосування інновації | 6.1 Разові  6.2 Повторювані |
| 7 Форма нововведення – основа інновації | 7.1 Відкриття, винаходи, патенти  7.2 Раціоналізаторські пропозиції  7.3 Ноу-хау  7.4 Товарні знаки, торговельні марки, емблеми  7.5 Нові документи, що описують технологічні, виробничі, управлінські процеси, конструкції, структури, методи |

Закінчення таблицi 4.3

|  |  |
| --- | --- |
| Ознака класифікації | Види інновацій |
| 8 Вид ефекту, отриманого в результаті впровадження інновації | 8.1 Науково-технічний  8.2 Соціальний  8.3 Екологічний  8.4 Економічний (комерційний)  8.5 Інтегральний |
| 9 Підсистема системи керування, у якій впроваджується інновація | 9.1 Підсистема наукового супроводу  9.2 Цільова підсистема  9.3 Підсистема, що забезпечує  9.4 Керована підсистема  9.5 Керуюча підсистема |

Наведена класифікація охоплює всі аспекти інноваційної діяльності. Для спрощення управління інноваційною діяльністю на основі цієї класифікації інновації можна кодувати. Кодування може бути спрощене (з одним знаком для ознаки) і детальне (із двома й більше знаками для ознаки). У цьому випадку використовується спрощене кодування, при якому код інновації буде мати 9 цифр. Номер цифри відповідає ознаці класифікації в запропонованому вище порядку, а значення цифри відповідає виду інновації.

Пiсля аналiзу проекту, було визначено наступний код класифiкацiї нововведень i iнновацiй: 2.2.4.5.3.2.5.4.1.

4.3 Розрахунок економічного ефекту від впровадження результатів НДР

Економічний ефект розраховується виходячи із суми, отриманих від впроваджених результатів НДР, доходів:

, (4.10)

де  – величина додаткових доходів або економії коштів, отриманих у результаті впровадження НДР, по *i-му* фактору.

Програмне забезпечення може замiнити фахiвцiв у сферi аналiтики та прогнозувати наявності хвороб, тим самим гарантуючи більшу точність візначення клітин людини. Як правило, заробiтна плата спецiалiста у сферi аналітики пов’язанної з медициною становить близько 15000 грн. Зменшення загальної заробітної плати у два рази за рахунок скорочення кількості працівників призведе до економії коштів, що на рік складатиме:

= 15000 12 = 180 000,00 грн/рiк.

4.4 Укрупнена оцінка прибутковості запропонованого інноваційного проекту

Укрупнена оцінка прибутковості інноваційного проекту, запропонованого в дипломній роботі, припускає визначення наступних показників:

1. чистий дисконтований доход по роках реалізації проекту;
2. чиста поточна вартість проекту по роках реалізації проекту;
3. індекс прибутковості проекту;
4. внутрішня норма прибутковості;
5. строк окупності проекту.

Розрахунок цих показників проводиться виходячи з наступних даних:

1. одноразові витрати в розрахунковому році (кошторис витрат на проведення й впровадження результатів НДР);
2. щорічні очікувані доходи від проекту;
3. процентна ставка в розрахунковому році;
4. інфляція на розглянутому ринку;
5. рівень ризику проекту.

Для початку визначимо ставку дисконту проекту по формулі

 (4.11)

де  – ціна капіталу (процентна ставка), частки одиниці, k = 0,11;

 – інфляція на ринку, частки одиниці, i = 0,16;

 – рівень ризику проекту, частки одиниці, r = 0,07.

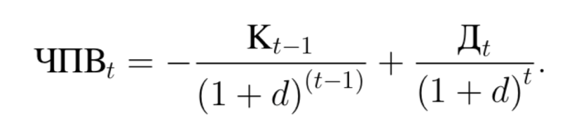
Чистий дисконтований доход розраховуємо по формулі

 (4.12)

де  – доходи *t*-го року, грн.;

 – капіталовкладення (витрати) *t*-го року, грн (у цьому випадку кошторис витрат на НДР).

Чисту поточну вартість для *t*-го року реалізації проекту визначаємо по формулі

 (4.13)

Розрахунок даного показника варто здійснювати до першого позитивного значення ЧПВ. Цей рік і завершить розрахунковий період для даного інноваційного проекту. Приклад розрахунку чистого дисконтного доходу і чистої поточної вартості приведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок економiчних показникiв

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t* |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 |  | 1 | - |  |  |  |
| 1 | 180000,00 | 0 | 0,75 | 135000,00 | 0 | 135000,00 | 29482,42 |
| Всього | 180000,00 |  | − | 135000,00 |  | 29482,42 | − |

Індекс прибутковості визначимо по формулі

 (4.14)

де Т - кількість років у розрахунковому періоді.

Підставляючи значення в формулу, маємо .

Внутрішня норма прибутковості являє собою ставку дисконту, при якій величина дисконтованих доходів усього розрахункового періоду дорівнює дисконтованим капіталовкладенням. Цей показник допомагає ухвалювати рішення щодо доцільності розробки й впровадження інноваційного проекту в умовах мінливих процентних ставок, ризиках, інфляції.

Внутрішню норму прибутковості можна визначити з табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок ВНП

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,34 | 0,44 | 0,54 | 0,64 | 0,706 |
|  | 29482,42 | 19402,42 | 11482,42 | 4 282,42 | -37,58 |

Виходячи з табл. 4.5 ВНП складає приблизно 0,706.

Строк окупності розраховується починаючи з місяця запуску проекту до місяця в якому досягається наступна рівність

 (4.15)

З табл. 4.4 можна зробити висновок, що термін окупності складає 8 місяців.

4.5 Висновки за розділом

У даному розділі дипломної роботи було проведено економічне обґрунтування розробки продукту для дослідження та аналізу зображень клітин, зроблених за допомогою мікроскопа.

Розраховано кошторис витрат на НДР. Були розраховані витрати на заробітну платню виконавців дипломної роботи, витрати на електроенергію, амортизаційні відрахування, відрахування на соціальне страхування, оренду приміщення, витратні матеріали і планові накопичення. Було встановлено код інновації. Також був зроблений розрахунок економічного ефекту від впровадження результатів НДР, розрахована укрупнена оцінка прибутковості запропонованого проекту та визначено його строк окупності. Даний проект є прибутковим, оскільки індекс прибутковості більше одиниці. Цей показник допомагає ухвалювати рішення щодо доцільності розробки й впровадження інноваційного проекту в умовах мінливих процентних ставок, ризиках, інфляції. Отримані дані наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Техніко-економічні показники

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування показника | Величина |
| 1. Кошторис витрат на НДР, грн |  |
| 2. Код інновації | 2.2.4.5.3.2.5.4.1 |
| 3. Економічний ефект, грн | 180000,00 |
| 4. Індекс прибутковості проекту |  |
| 5. Внутрішня норма прибутковості | 0,706 |
| 6. Строк окупності проекту, міс | 8 |

# 5 ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Аналіз умов праці на робочому місці

Роздiл розроблено для етапу вирiшення задач екземплярноi сегментацii з застосуванням конволюцiйних мереж.

Робота виконувалась на кафедрi “Комп’ютерної математики i аналізу даних” НТУ “ХПI”, яка розташована на другому поверсі семи поверхової будівлі.

Обладнання, приміщення і режим праці користувача повинні відповідати вимогам наступних нормативно-технічних документів:

* НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.
* ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.
* ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
* ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги.
* ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
* ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
* ДБН В.2.5-28-2006. Природне та штучне освітлення.
* ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
* ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
* ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. Вібраційна безпека. Загальні вимоги.
* ДСН 3.3.6.039-99. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
* ДСТУ ГОСТ 2656885:2009. Вібрація. Методи і засоби захисту. Класифікація.
* ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008. Електробезпека. Гранично допустимі рівні напруг дотику і струмів.
* ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. Чинний від 21.08.2017
* НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
* ДСТУ ГОСТ 7237:2011. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту.
* ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками.
* НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.
* ДСТУ БВ.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавка захисту будівель і споруд (IEC 62305:2006, NEQ).
* НАПБ Б.06.004-2005. Перелік однотипних за призначенням об’єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежа гасіння та пожежної сигналізації.
* ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальна характеристика виробничого приміщення, в якому виконувалась робота, приведена у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 − Характеристика виробничого приміщення

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Найменування показника | Характеристика показника | Обґрунтування вибору значення показника | | Документ, що регламентує цій показник | Примітка |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | |
| 1 | Розміри приміщення (м); | 6х8х4,2 | На одне р.м. з ЕОМ не менше  6.0 м2 площі | ДСанПіН 3.3.2-007-98 | | Фактично 8 м2 на одне р.м. з ЕОМ, що відпові-дає нормі | |
| кількість робочих місць (р.м.) | 6 |
| 2 | Природне освітлення, вікна виходять на південний схід | Бокове, одностороннє;  азимут 135о | Див. таблицю  5.2 | ДБН  В.2.5.-28-06 | |  | |
| КПО не нижче 1.5 % | ДСанПіН 3.3.2-007-98 | | для р.м. з ЕОМ | |
| 3 | Штучне освітлення, кількість світильників N;  джерела світла | Загальне рівномірне; N=16;  люмінесцентні лампи | Див. таблицю 5.2 | ДБН  В.2.5.-28-06 | |  | |
| не нижче  300-500 лк | ДСанПіН 3.3.2-007-98 | | для робочих місць з ЕОМ | |
| 4 | Характеристика трифазної електричної мережі | Чотири провідна з глухо заземленою нейтраллю нап-ругою 380/220 В, частотою 50 Гц | Довгі кабельні мережі великої ємності | ПУЕ | |  | |

Закінчення таблицi 5.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Найменування показника | Характеристика показника | Обґрунтування вибору значення показника | Документ, що регламентує цій показник | Примітка |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5 | Клас приміщення за ступенем небезпеки ураження електрострумом | З підвищеною небезпекою | Є можливість одночасного до-тику до мета-локонструкцій будівлі, що мають з’єднання з землею, та до металевих корпусів ЕОМ | ПУЕ | Необхідно передбачити заходи безпеки згідно вимог ПУЕ |
| 6 | Категорія приміщення з вибухо – пожежа небезпеки | В | Є тверді спаленні матері-али: папір, деревина тощо | ДСТУ Б В.1.1-36:2016 |  |
| 7 | Ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій | ІІ | 7-и поверхова  будівля;  категорія В | ДБН В.1.1.7−2016 |  |
| Не нижче ІІ ступеню | НПАОП  0.00-1.28-10 | для будівель з ЕОМ |

В таблиці 5.2 надано перелік потенційних небезпечних та шкідливих факторів на робочому місці користувача ЕОМ з монітором на рідинних кристалах.

Таблиця 5.2 − Перелік потенційних шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці користувача ЕОМ з ЖК монітором

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назва фактора | Джерела  виникнення | Умови  роботи | Нормативні параметри, їх значення | Документ, що регламентує показник |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| І. Небезпечні фактори | | | | | |
| 1 | Висока електрична напруга | Мережа живлення устаткування | Нормальний режим роботи | Струм  Іh =0,3мА;  Напруга  Uдот < 2 В | ДСТУ ГОСТ 12.1.038:08 |
| ІІ. Шкідливі фізичні фактори | | | | | |
| 2 | Несприятливе освітлення | Стан систем природного та штучного освітлення | МРОР 0,3-0.5 мм; розряд ІІІ; підрозряд «в», фон середній, контраст середній | КПО  eN = 2 %;  освітленість  Емін = 300 лк | ДБН  В.2.5.-28-06 |
| 3 | Несприятливий мікроклімат: те-мпература (t), відносна воло-гість (φ), швид-кість руху (v) | Стан систем опалення та вентиляції | Категорія  важкості  робіт Іа;  холодний період | Оптимальні:  t − 22-24 0C;  φ − 40-60 %;  v − не більше 0,1м/с | ДСН  3.3.6.042-99 |
| 4 | Підвищений рівень шуму, | Кондиціонери кулери,  системи освітлювання, перетворю-вачі напруги, принтери | Творча діяльність, програмування | Рівень звуку  LA =50 дБА | ДСН  3.3.6.037-99 |
| 5 | Вібрація | «−» | Загальна технологічна, категорія 3, тип «в», умови комфорту | Рівень віброшвидкості  LV = 75 дБ | ДСТУ ГОСТ 12.1.012:08  ДСН  3.3.6.039-99 |
| 6 | Психо-фізіологічна перенапруга | Монотонність праці, розумова напруга, статичність і незручність пози |  | 1 та 2 клас умов праці для напруженості і важкості трудового процесу | ГН  3.3.5-8.6.6.1-2002 |

5.2 Захист від шкідливого впливу факторів виробничого середовища

Підтримка оптимальних параметрів мікроклімату в робочій зоні здійснюється відповідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 [7] за допомогою кондиціонеру, який регулює температуру повітря. Передбачена можливість природнього провітрювання приміщення. У холодний період року проводиться опалення від центральної тепломережі.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 [8], у приміщеннях із значними площами засклених поверхонь передбачаються заходи щодо захисту:

а) від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід - захід, улаштування лоджій, жалюзі, сонцезахисних плівок та інше);

б) від радіаційного охолодження – в зимовий (використання стін певної товщини, подвійних стекол).

Робочі місця повинні бути віддалені від стін на відстань не менше одного метру.

Визначений в таблиці 5.2 коефіцієнт природного освітлення реалізується через вікна визначеної площини, яка розраховується при проектуванні будівлі, а нормований показник штучного освітлення (Емін) реалізується шляхом встановлення визначеної кількості світильників і вибором потужності ламп в них.

Згідно вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 [9], в разі штучного освітлення як джерела світла мають застосовуватись переважно люмінісцентні лампи типу ЛБ і світильники серії ЛПО3б із дзеркальними гратами, укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА).

Система загального освітлення має становити суцільні або преривчасті лінії світильників, розташовані збоку від робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих. Слід передбачити обмеження прямої блискості від джерел природного та штучного освітлення та обмежувати відбиту блискість на робочих поверхнях. Необхідно чистити вікна і світильники не менше двох разів на рік та вчасно заміняти перегорілі лампи.

Заходи захисту від шуму та вібрації повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.029-80 [10] і ДСТУ ГОСТ 2656885:2009 [11]. Устаткування, що є джерелом шуму, слід розташовувати поза приміщенням для роботи з ЕОМ. Для забезпечення допустимих рівнів шуму у виробничих приміщеннях слід застосовувати засоби звукопоглинання, наприклад, перфоровані плити, панелі, підвісні стелі.

Як захист від шуму, який створюється вентиляторами системних блоків, використовується звукоізоляційний корпус. Вентилятор можна замінити на більш якісний або на мідні радіатори з водяним охолодженням. Крім того встановлюють перехідник з регулятором напруги і швидкості обертання процесорного кулеру, а при монтажі кулерів металеві гвинти заміняють гумовими пробками, що дозволяють ізолювати вентилятор від корпусу. Якщо принтер розташований на твердій поверхні, то для зменшення вібрації потрібно підстелити під нього щільний прогумований килимок.

5.3 Електробезпека

Персональна ЕОМ є однофазним споживачем електроенергії, який живиться від трифазної чотирьох провідної мережі перемінного струму напругою 380/220 В частотою 50 Гц з глухо заземленою нейтраллю.

У разі випадкового дотику до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою, або появі напруги дотику на металевих кожухах електроустаткування, наприклад, при пошкодженні ізоляції можливі нещасні випадки в результаті дії електричного струму

Клас пожежа небезпечної зони приміщення, згідно ПУЕ-2017 [12] та НПАОП 40.1-1.32-01 [13], − П-ІІа, бо у приміщенні знаходяться тверді спаленні матеріали.

Для приміщень з підвищеною небезпекою поразки людини електричним струмом ПУЕ-2017 [12] передбачені конструктивні, схемно-конструктивні й експлуатаційні міри електробезпеки (ДСТУ ГОСТ 7237:2011 [13]).

1) Експлуатаційні міри. Необхідно дотримуватися правил безпеки при роботі з високою напругою і використовувати наступні запобіжні заходи, що передбачені НПАОП 0.00-1.28-10 [14]: не підключати і не відключати кабелю, якщо обладнання знаходиться під напругою; технічне обслуговування і ремонтні роботи виконувати тільки при вимкнутому живленні в мережі; встановлювати у приміщенні загальний вимикач для відключення електроустаткування. Забороняється залишати працюючу апаратуру без нагляду.

2) Конструктивні заходи. ЕОМ відноситься до електроустановок до 1000 В закритого виконання, усі струмоведучі частини знаходяться в кожухах. Вибираємо ступінь захисту оболонки від зіткнення персоналу із струмоведучими частинами усередині захисного корпуса і від потрапляння води усередину корпусу ІP-44, де перша "4" - захист від твердих тіл, розміром більш 1.0 мм, друга "4"-захист від бризків води (ГОСТ 14254-96) [15].

3) Як схемно-конструктивна міра безпеки застосовується подвійна ізоляція (для монітору), малі напруги до 42 В, занулення (так як мережа живлення до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю). Відповідно ДСТУ ГОСТ 7237:2011 [16], занулення − це навмисне електричне з'єднання металевих неструмоведучих частин комп'ютера, які у випадку аварії можуть виявитися під напругою, з нульовим захисним провідником.

5.4 Пожежна безпека

У зв’язку з поширенням комп’ютерної техніки, що може привести до загоряння, треба передбачати можливі наслідки і розробляти заходи щодо їх попередження. Причинами загоряння стають: несправність електричного обладнання, пошкодження ізоляції, коротке замикання кола струму, перегрів проводів, поганий контакт в місцях з’єднання; розряди статичної електрики, які особливо небезпечні в вибухонебезпечних приміщеннях, блискавка.

Пожежна безпека забезпечується наступними мірами:

1) системою запобігання пожеж;

2) системою пожежного захисту;

3) організаційними заходами щодо пожежної безпеки.

Система запобігання пожеж передбачає запобігання утворенню пального середовища і запобігання утворенню в пальному середовищі джерел запалювання.

Для зменшення небезпеки утворення в пальному середовищі джерел запалювання передбачено:

* + 1. використання електроустаткування, що відповідає класу пожежа небезпечної зони приміщення П-ІІа за ПУЕ-2017 [12] та НПАОП 40.1-1.32-01 [17]: ступінь захисту електроапаратури не менш ІP-44, ступінь захисту світильників ІР-2Х;
    2. забезпечення захисту від короткого замикання (контроль і профілактика ізоляції, використання запобіжників);
    3. вибір перетину провідників по максимально допустимому нагріванню;
    4. будівлі, в яких встановлено обладнання інформаційних технологій чи будь-яке інше електронне обладнання, чутливе до атмосферних перешкод, незалежно від кількості уражень об’єктів за рік потребує І або ІІ рівня блискавка захисту (ДСТУ БВ.2.5-38:2008 [18]).

Система протипожежного захисту призначена для локалізації та гасіння пожежі. При виборі засобів гасіння пожежі для забезпечення безпеки людини від можливості поразки електричним струмом у приміщенні відповідно вимог НАПБ А.01.001-2014 передбачено використання вуглекислотних вогнегасників ВВК-5. Вогнегасник знаходиться на видному і легко доступному місці. При виникненні пожежі передбачені можливості аварійного відключення апаратури і комунікацій та повідомлення в пожежну охорону по телефону. У якості сповіщувачів використовуються система автоматичної пожежної сигналізації відповідно вимог НАПБ Б.06.004-2005. Ступінь вогнестійкості будинку ІІ, що відповідає вимогам НПАОП 0.00-1.28-2010, згідно яких комп’ютери повинно розташовувати в будівлях не нижче ІІ ступеню (ДБН В.1.1-7-2016 [19]). У приміщенні є два незалежних виходи для евакуації людей під час пожежі.

Організаційними заходами протипожежної профілактики є вступний інструктаж при надходженні на роботу, навчання виробничого персоналу протипожежним правилам, видання необхідних інструкцій і плакатів, засобів наочної агітації, наявність плану евакуації.

5.5 Охорона навколишнього середовища

У звязку з прискореним темпом промисловои революции виникли проблеми пов’язанi з охороною та оптимiзацiєю оточуємого природнього середовища.

Пiдвищена швидкiсть споживання енергетичних ресурсiв призводить до втрати балансу в устаткованiй екологiчнiй рiвновазi. Та це не стало приводом до змiн у технологiчному прогрессi. Як i ранiше, наука просуваєтся у винаходах нових матерiалах, удосконаленi технiчного процесу, покращуючи умови потужностi обладнання.

Задля уникнення будь-яких наслiдкiв стосовно екологiчних змiн довкiлля в Українi дiє закон “Про охорону навколишнього середовища”, який вступив у дiю з 25 червня 1991 року [20]. Завдяки йому у державi регулюються вiдносини стосовно охорони природи, вiдтворення та експлутацiя природних ресурсiв, попередження та уникнення екологiчних наслiдкiв, збереження генетичного фонду країни, її природних об’єктiв.

При масовому використанні моніторів та комп’ютерів не можна не враховувати їхній вплив на навколишнє середовище на всіх стадіях – при виготовленні, експлуатації та після закінчення терміну служби.

Міжнародні екологічні стандарти, що діють на сьогоднішній день в усьому світі, визначають набір обмежень до технологій виробництва та матеріалів, які можуть використовуватися в конструкціях пристроїв. Так, за стандартом ТСО-95 [21], вони не повинні містити фреонів (турбота про озоновий шар), полівінілхлориді, бромідів (як засобів захисту від загоряння).

У стандарті ТСО-99 [22] закладене обмеження за кадмієм у світлочутливому шарі екрана дисплея та ртуті в батарейках; э чіткі вказівки відносно пластмас, лаків та покриттів, що використовуються. Поверхня кнопок не повинна містити хром, нікель та інші матеріали, які визивають алергічну реакцію. ГДК пилу дорівнює 0,15 мг/м3, рекомендовано 0,075 мг/м3; ГДК озону під час роботи лазерного принтеру − 0,02 мг/м3. Особливо жорсткі вимоги до повторно використовуваних матеріалів.

Міжнародні стандарти, починаючи з ТСО-92 [23], включають вимоги зниженого енергоспоживання та обмеження припустимих рівнів потужності, що споживаються у неактивних режимах.

Дотримання приведених нормативних параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволить забезпечити більш здорові і безпечні умови роботи користувача ЕОМ.

5.6 Висновки до розділу

Таким чином, дотримання розглянутих нормативних положень, зокрема наведених у таблицях Таб. 5.1, Таб. 5.2, Таб. 5.3, забезпечує працездатність людей, які працюють в розглянутому приміщенні протягом усього періоду праці.

# 6 ЦИВIЛЬНИЙ ЗАХИСТ

6.1 Система державного управління у сфері Цивільного захисту

6.1.1 Постановка проблеми у загальному вигляді

Унаслідок недосконалості системи цивільного захисту, наявних недоліків у діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади щодо забезпечення реалізації політики у сфері цивільного захисту ефективність протидії надзвичайним ситуаціям залишається низькою. Так, за статистичними даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС), у країні з початку 2017 року зареєстровано 138 надзвичайних ситуацій, унаслідок яких загинули 140 та постраждали 780 осіб. Зокрема, сталася 41 подія техногенного характеру, 91 – природного та 6 подій – соціального характеру [1].

Тому Урядом країни визнано, що чинна система ДСНС наразі не дає змоги повним обсягом виконувати покладені на неї завдання з реалізації державної політики у сфері цивільного захисту, забезпечення належного рівня безпеки життєдіяльності населення, його захисту від надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій, і обґрунтовано потребу реформування системи ДСНС.

Таким чином, виявлено наукову проблему, сутність якої полягає в тому, що, з одного боку, кількість надзвичайних ситуацій та їх негативні наслідки для населення України зростають і погіршуються, а з іншого – стан єдиної державної системи цивільного захисту (далі – ЄДСЦЗ) не забезпечує ефективної протидії надзвичайним ситуаціям і подіям та безпечної життєдіяльності населення.

6.1.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемні питання, пов’язані з функціонуванням системи державного управління загалом і у сфері цивільного захисту зокрема, на сучасному етапі розвитку держави залишаються в колі уваги науковців. Так, С. Андреєв вирішив важливе наукове завдання щодо науково-теоретичного обґрунтування механізмів побудови ефективної функціонально-структурної моделі державного управління у сфері цивільного захисту в Україні з урахуванням сучасних потреб суспільства [2]. М. Андрієнко обґрунтував нагальну потребу в пошуку нових підходів до дальшого розвитку механізмів державного управління у сфері пожежної безпеки в Україні та розробив теоретико-методологічний базис їх формування [3]. Є. Романенко розкрив ключові проблеми в діяльності ДСНС щодо безпосереднього управління ЄДСЦЗ, довів потребу вдосконалення системи цивільного захисту в контексті європейської інтеграції та в умовах реальних і потенційних техногенно-екологічних і природних загроз із метою посилення національної безпеки держави [4]. І. Криничною вирішено актуальну науково-практичну проблему в галузі державного управління щодо розвитку теоретико-методологічних засад управління процесами радіаційно безпечної життєдіяльності населення як складової системи забезпечення радіаційної безпеки та розроблено напрямки підвищення його ефективності для зменшення загроз безпеці життєдіяльності населення [5]. А. Терент’єва наукового обґрунтувала особливості здійснення державного управління медичним захистом за умов надзвичайних ситуацій, а також розробила практичні рекомендації з удосконалення функціонування мобільних формувань Державної служби медицини катастроф України [6]. Л. Жукова обґрунтувала механізми побудови ефективної функціонально-структурної моделі державного управління у сфері цивільного захисту в Україні з урахуванням сучасних потреб суспільства [7]. К.С. Мерріт, К. Корделл, М. Д. Фарнворт визначили механізми публічності та обмеження, які вони накладають на досягнення потрібних результатів в управлінській діяльності [8].

6.1.3 Виклад основного матеріалу

Історія розвитку ДСНС з початку її створення й донині свідчить про численні організаційно-штатні зміни, що, на нашу думку, не завжди призводили до позитивних зрушень щодо підвищення ефективності функціонування цього центрального органу виконавчої влади у сфері цивільного захисту. У зв’язку з означеним Г. Ситник і С. Андреєв обґрунтували висновок про те, що наявна нині конфігурація суб’єктів державного управління цивільним захистом на рівні центральних органів виконавчої влади не узгоджується у відповідній частині зі змістом Кодексу цивільного захисту України (далі – Кодекс), а також не враховує корисного досвіду зарубіжних країн у розбудові національних систем цивільного захисту [9].

Погоджуємося з думкою авторів, які зазначають, що одночасне функціонування в країні двох центральних органів виконавчої влади, один з яких наділено повноваженнями щодо забезпечення формування державної політики у сфері цивільного захисту (МВС), а інший – щодо забезпечення її реалізації (ДСНС), не відповідає змісту та концепції Кодексу, спричиняє колізії в законодавстві та організаційну плутанину, породжує бездіяльність і безвідповідальність у посадових осіб органів державного управління [9]. Означене спричиняє недосконалість ЄДСЦЗ, що безпосередньо забезпечує реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту. Для підвищення її ефективності, на думку С. Андреєва, потрібно вдосконалювати механізми формування інституціональних засад розвитку державної системи цивільного захисту. Автором узагальнено та згруповано основні чинники, що деструктивно впливають на розвиток ЄДСЦЗ, – кадровий, матеріально-технічний, науково-освітній, організаційно-управлінський, політичний, правовий, фінансово-економічний, які сукупно зумовлюють її низьку ефективність [2].

С. Андреєв наголошує, що недоліки ЄДСЦЗ приховано в її недосконалій структурі та організації функціонування. Уважаємо справедливою пропозицію автора щодо концентрації на всіх рівнях управління функцій та повноважень цивільного захисту, а також відповідальності за виконання заходів цивільного захисту [2].

У зв’язку із зазначеним пропонуємо створити систему управління цивільного захисту, яку слід наділити статусом органу управління ЄДСЦЗ. Крім того, С. Андреєвим обґрунтовано нагальну потребу у створенні сучасних гнучких і мобільних систем цивільного захисту, що мають бути здатними оперативно адаптуватися до будь-яких змін зовнішнього безпекового середовища. Однак уважаємо суперечливою пропозицію щодо створення гібридних, універсальних організаційних структур, що становлять собою симбіоз воєнної організації, науково-аналітичної установи та універсальних сил, спроможних протидіяти будь-яким загрозам [2].

Уважаємо з метою універсалізації органів управління та підрозділів системи цивільного захисту здійснити її оснащення сучасною технікою та обладнанням, що мають високі технологічні й універсальні можливості, надійну захищеність, спроможність забезпечити дії органів управління та підрозділів в різних умовах, зокрема в районах збройного конфлікту.

При цьому вважаємо за доцільне в системі управління цивільного захисту створити систему інформаційно-аналітичного забезпечення цивільного захисту, яку слід інтегрувати в єдину інформаційно-аналітичну систему сектора безпеки та оборони держави з метою організації тісної взаємодії між силами, які виконують бойові завдання в зоні збройного конфлікту й підрозділами цивільного захисту, що виконують не менш важливі завдання, пов’язані з рятуванням населення в певному районі та надання йому потрібної допомоги.

У той же час відповідно до статті 73 Кодексу для управління в режимі повсякденного функціонування суб’єктами забезпечення цивільного захисту в системі центрального органу виконавчої влади функціонує державний центр управління в надзвичайних ситуаціях, а на регіональному рівні – центри управління в надзвичайних ситуаціях. При цьому в разі виникнення надзвичайних ситуацій такі центри безпосередньо взаємодіють зі штабом із ліквідації наслідків надзвичайної ситуації та забезпечують його роботу [10].

Зважаючи на вказане, цікавим виявився підхід О. Труша та А. Кошкіна до визначення структури і функцій центрів управління в надзвичайних ситуаціях як інструменту підтримки ухвалення рішень органами державного управління, що ці центри за досвідом організації управління в надзвичайних ситуаціях в країнах Європейського Союзу визначають як ситуаційні [11]. Проте, на думку учених, питання про використання можливостей ситуаційних центрів під час запобігання та реагування на надзвичайні ситуації не дістало належного розвитку в Україні.

Науковцями запропоновано відповідно до функцій та завдань ситуаційного центру мати в його структурі такі складові: телекомунікаційний компонент, апаратно-програмний комплекс, інформаційно-аналітичну систему, інструментально моделювальні засоби,

систему аудіо-візуалізації [11]. Погоджуємося з ученими, які вважають, що найважливішим компонентом ситуаційного центру є і завжди буде людський інтелектуальний потенціал – фахівці, що безпосередньо забезпечують функціонування системи та від яких залежать якість й ефективність пропозицій до управлінських рішень.

Система місцевого самоврядування, що створена в межах виконання заходів щодо реалізації Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні, на сьогодні не задовольняє потреб суспільства. Функціонування органів місцевого самоврядування в більшості територіальних громад не забезпечує створення та підтримку сприятливого життєвого середовища, потрібного для всебічного розвитку людини, її самореалізації, захисту її прав, надання населенню високоякісних і доступних адміністративних, соціальних та інших послуг [12].

Саме тому нині надзвичайно актуальним залишається науково-теоретичне обґрунтування механізмів побудови ефективної функціонально-структурної моделі державного управління у сфері цивільного захисту в Україні з урахуванням сучасних потреб суспільства. При цьому, зважаючи на актуальне питання сьогодення щодо реформування системи державної влади в Україні, уважаємо суттєвим внеском Л. Жукової в галузь науки державного управління виокремлений принцип гармонізації організації ефективного державного управління у сфері цивільного захисту, що передбачає кількісну характеристику співвідношення централізації й децентралізації із застосуванням «золотого перерізу» з урахуванням поступового надання більшої самостійності регіонам [7].

Запобігання та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, збереження життя та здоров’я населення, забезпечення сталого розвитку країни є однією зі складових національної безпеки держави. Це надзвичайно важливе завдання потребує, на наш погляд, комплексного підходу й детального аналізу наявного стану техногенної та природної безпеки. На основі аналізу сучасного стану природно-техногенної безпеки України та тенденцій її розвитку І. Шпильовим запропоновано ситуаційну модель управління природно-техногенною безпекою на основі причинно-наслідкового зв’язку подій, що ведуть до надзвичайних ситуацій, як методологічну основу системи управління природно-техногенною безпекою. При цьому важливим здобутком автора є вперше розроблена типологія механізмів державного регулювання природно-техногенної безпеки України (правовий, організаційний, адміністративний, економічний) на основі виокремлення їх функціональної спрямованості [13].

Під час реагування на надзвичайну ситуацію ключовою ланкою процесу управління є ухвалення обґрунтованого рішення органами державного управління, на що звертає увагу Н. Клименко, яка виокремила основні особливості державного управління в умовах надзвичайних ситуацій, а саме: зростання рівня невизначеності інформації та ризику ухвалення неадекватної ситуації управлінського рішення, зменшення часу на розроблення, узгодження, ухвалення й виконання адекватних рішень, підвищення вимог до управлінського персоналу. Автор зазначає, що комплексний вплив означених особливостей на ефективність і надійність функціонування системи державного управління в умовах надзвичайних ситуацій є визначальним [14].

Уважаємо, що в складних умовах виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій визначальну роль як на етапі ухвалення рішень, так і під час їх упровадження відіграє інформаційне забезпечення. При цьому важливо на основі аналізу наявних підходів до визначення сутності інформаційного забезпечення в системі державного управління застосовувати новий підхід до визначення ролі та місця інформаційного забезпечення. Так, Ю. Саричев зазначає, що державне управління по суті є інформаційним управлінням, де рішення ухвалюються на основі наявних інформаційних ресурсів. Ученим запропоновано кібернетичну модель структури процесу державного управління, у якій інформаційне забезпечення розглядається як невід’ємна складова державного управління, де важливу роль відіграють наявні інформаційні ресурси, що отримуються за допомогою інформаційної інфраструктури [15].

Аналіз законодавства України у сфері цивільного захисту та результати функціонування ЄДСЦЗ свідчать про потребу модернізації системи цивільного захисту держави. Напрямки модернізації цієї системи окреслив А. Любінський, а саме:

– оснащення сил цивільного захисту новою сучасною технікою, озброєнням і запровадження передових технологій ведення аварійно-рятувальних робіт, розмінування територій;

– удосконалення системи підготовки керівного складу та фахівців цивільного захисту шляхом пошуку нових підходів до організації фахової підготовки, уточнення змісту оперативно-тактичної та спеціальної підготовки підрозділів щодо тактики дій у складних умовах надзвичайних ситуацій і терористичних актів;

– удосконалення законодавства щодо цивільного захисту, адаптація та впровадження в практичну діяльність зарубіжного досвіду в зазначеній сфері;

– розвиток інформаційно-аналітичних систем з питань надзвичайних ситуацій на загальнодержавному, регіональному, місцевому та об’єктовому рівнях на основі впровадження новітніх інформаційних технологій та засобів зв’язку і передання даних, підвищення інформаційної компетентності управлінців усіх рівнів, що працюють у цій сфері.

Погоджуємося з думкою А. Любінського та вважаємо, що створення ефективної системи інформаційно-аналітичного забезпечення цивільного

захисту є важливим етапом у процесі модернізації системи цивільного захисту загалом [16].

Пропозиції А. Любінського тісно пов’язані з дослідженням С. Майстро та О. Труша, які розглянули нормативно-правовий механізм державного управління системою цивільного захисту в Україні та виокремили проблемні аспекти й суперечності законодавства у цій сфері.

Учені переконані, що дієвий нормативно-правовий механізм державного управління системою цивільного захисту має враховувати національний та міжнародний досвід з питань цивільного захисту, становити собою єдину систему державного управління з протидії надзвичайним ситуаціям в Україні [17].

Наразі в країні відбувається проведення заходів із децентралізації влади через передання окремих повноважень і відповідальності щодо організації життєдіяльності, зокрема у сфері цивільного захисту, від органів державної влади до територіальних громад. Такий процес вимагає публічності та прозорості як від органів державної влади, так і від органів місцевого самоврядування. При цьому вважаємо, що запровадження на місцевому рівні механізму публічності сприятиме самоорганізації громад, а публічна прозора процедура реалізації прав громадян на участь в управлінні громадою дасть змогу впорядкувати відносини влади і громадян.

У зв’язку із зазначеним К.С. Мерріт, К. Корделл, М.Д. Фарнворт на основі аналізу практичної діяльності органів державного управління довели, що керівник за певних умов здатен забезпечити високу ефективність у досягненні організаційних цілей і необхідних результатів державного управління через підвищення або зниження його публічності. При цьому, як зазначають учені, основою для ефективного управління громадою є розуміння керівником механізму публічності для досягнення цілей організації життєдіяльності громадян [8].

6.2 Висновки з даного дослідження

Виявлено, що наразі актуальним питанням є пошук шляхів удосконалення системи державного управління загалом і у сфері цивільного захисту зокрема. Аналіз попередніх наукових досліджень дозволив сформулювати основні напрямки попередніх наукових досліджень щодо пошуку шляхів удосконалення системи державного управління у сфері цивільного захисту та окреслити напрямки наукового дослідження.

Узагальнено основні напрямки попередніх наукових досліджень державного управління, а саме: розвиток державного управління у сфері забезпечення цивільної безпеки у надзвичайних ситуаціях та запровадження прогресивного досвіду розвинених зарубіжних країн у зазначеній сфері; удосконалення механізмів формування інституціо-нальних засад розвитку державної системи цивільного захисту України; створення системи управління цивільного захисту та її інтеграція в єдину інформаційно-аналітичну систему сектора безпеки та оборони держави; визначення структури і функцій центрів управління в надзвичайних ситуаціях як інструменту підтримки ухвалення рішень органами державного управління за досвідом організації управління в надзвичайних ситуаціях в країнах Європейського Союзу; науково-теоретичне обґрунту-вання механізмів побудови ефективної функціонально-структурної моделі державного управління у сфері цивільного захисту в Україні з урахуванням сучасних потреб суспільства; удосконалення механізмів державного регулювання природно-техногенної безпеки України на основі виділення їх функціональної спрямованості; дослідження комплексу чинників, що впливають на ефективність і надійність функціонування системи державного управління в умовах надзвичайних ситуацій; пошук шляхів визначення сутності інформаційного забезпечення в системі державного управління; визначення напрямків модернізації системи цивільного захисту держави.

Запропоновано основні напрямки вдосконалення системи цивільного захисту держави, а саме: створення ефективної системи управління цивільного захисту; оснащення органів управління та підрозділів цивільного захисту сучасною універсальною технікою та обладнанням; створення системи інформаційно-аналітичного забезпечення цивільного захисту; інтеграція системи інформаційно-аналітичного забезпечення цивільного захисту в єдину інформаційно-аналітичну систему сектора безпеки та оборони держави; удосконалення системи підготовки фахівців сфери цивільного захисту; запровадження на місцевому рівні механізму публічності, що сприятиме самоорганізації громад і впорядкує відносини влади і громадян.

# ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи була розглянута задача екземплярної сегментації об’єктів на зображені, застосовуючи методи комп’ютерного зору та штучні нейронні мережі. Був наведений алгоритм цього методу.

Було розроблено програмне забезпечення, метою якого є знаходження розташування та сегментація ядер клітин людини на медицинських знімках. Для цього на мові програмування Python, за допомогою загальнодоступних бібліотек Keras, Numpy та TensorFlow був реалізован алгоритм екземплярної сегментації Mask RCNN, та побудована нейрона мережа, яка була натренована на набору даних, який складається з великої кількості фотографій людських клітин, зроблених під мікроскопом.

Поставлена задача була реалізована. Отриману модель можна використовувати для рішення інших задач, але для цього буде необхідно знайти гарно підготовлений набір даних, та перенавчити модель.

# СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Barret Zoph, Vijay Vasudevan, Jonathon Shlens, and Quoc V Le. Learning transferable architectures for scalable image recognition. arXiv preprint arXiv:1707.07012, 2017.
2. Esteban Real, Alok Aggarwal, Yanping Huang, and Quoc V Le. Regularized evolution for image classifier architecture search. arXiv preprint arXiv:1802.01548, 2018.
3. Renato Negrinho and Geoff Gordon. Deeparchitect: Automatically designing and training deep architectures. arXiv preprint arXiv: 1704.08792, 2017.
4. Chenxi Liu, Barret Zoph, Jonathon Shlens, Wei Hua, Li-Jia Li, Li Fei-Fei, Alan Yuille, Jonathan Huang, and Kevin Murphy. Progressive neural architecture search. arXiv preprint arXiv: 1712.00559, 2017a.
5. Alex Krizhevsky. 2009. Learning multiple layers of features from tiny images.
6. Nitish Srivastava, Geoffrey Hinton, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan Salakhutdinov. 2014. Dropout: a simple way to prevent neural networks from overfitting. Journal of Machine Learning Research, 15 (1), pp. 211-252.
7. Karen Simonyan, Andrew Zisserman. 2014. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv: 1409.1556
8. Sergey Ioffe, Christian Szegedy. 2015. Batch normalization: Accelerating deep network training by reducing the internal covariate shift. arXiv preprint arXiv: 1502.03167.
9. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun. 2016. Deep residual learning for image recognition. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 770-778
10. Ronald J.Williams. Simple statistical gradient-following algorithms for connectionist reinforcement learning. In Machine Learning, 1992.
11. B. Zoph, V. Vasudevan, J. Shlens, and Q. V. Le. Learning transferable architectures for scalable image recognition. In CVPR, 2018.
12. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. – К.: Держнаглядохоронпраці, 2010.
13. ГОСТ 12.0.003-74\*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введен 01.01.76. Изменен 1978.
14. ГОСТ 12.0.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введен 01.01.90.
15. ДБН В.2.5-28-2006. Державні будівельні норми. Природне і штучне освітлення. − Чинний з 01.10.06.
16. ГОСТ 12.1.003-83\*. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введен 01.07.84.
17. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. − Затвердж. постановою Головного держсанлікаря України, 1999.
18. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2009 ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки. - Введено 01.07.89.
19. НРБУ-97. Норми радіаційної безпеки України.– Затвердж. Постановою Головного держсанлікаря України.18.07.97 №58.
20. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.- Введен 01.01.85.
21. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. − Затвердж. постановою Головного держсанлікаря України 10.12.1998, № 7.
22. ПУЭ-87. Правила устройства электроустановок.– М.: Энергоатомиздат, 1988.– 648 с.
23. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. – Чинниий від 21.08.2017.
24. НАПБ Б.03-002-2007 . Нормативний акт пожежної безпеки. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.– Наказ МНС №633 від 03.12.2007.
25. ДБН В.1.1-7-02. Державні будівельні норми України. Захист від пожежі. Пожежна безпека об’єктів будівництва. – Київ, 2002.
26. Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища”. – Чинний з 01.07.91 р.
27. Стандарт ТСО’03 Flat Panel Displays, version 3.0.
28. ДБН В.2.5-67:2013. Будвельні норми и правила. Опалювання, вентиляція, кондиціонування повітря. – М.Стройиздат. 1992-110с.
29. Методичні вказівки до виконання розділу «Цивільний захист» у дипломних проектах спеціаліста та магістра для студентів усіх спеціальностей /уклад.: Любченко І. М., Мягкий В. О., Твердохлєбова Н. Є., Толстоусова О. В. – Х. : НТУ «ХПІ», 2013. – 48 с. - Укр.
30. Кодекс Цивільного захисту України. ВРУ від 02.10.2012 р. №5403-VI. Редакція 2018 р.
31. Цивільний захист: навчальний посібник /Бахарева Г. Ю., Твердохлєбова Н. Є., Любченко І. М., Гуренко І. В. та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – 115 с.