

Голіков Н.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Корнага Я.І.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ВИДІВ ГРИБІВ

Інтелектуальні системи стають все більш популярними завдяки своїм величезним можливостям використання. Існує велика кількість завдань, у яких ефективніше використовувати саме інтелектуальні системи, оскільки вони можуть набагато швидше та якісніше виконувати спеціалізовані задачі. Основними плюсами існуючих рішень є можливість автоматизації багатьох сфер діяльності при мінімізації участі при цьому людини та розширення сфер, де можна використовувати програмне забезпечення замість людської праці. Іншими словами інтелектуальна система – це штучний інтелект і наука про творчі системи та сама можливість створювати такі системи. Машинне навчання – це підрозділ штучного інтелекту, вивчаючий різні способи побудови алгоритмів, що навчаються. Під такими алгоритмами розуміються алгоритми, які змінюються (навчаються) якимось чином в залежності від вхідних даних. Машинне навчання – дуже велика область знань, однак, серед множини парадигм та підходів в машинному навчанні виділяється одна цікава область – штучні нейронні мережі.

У статті буде розкрито роботу інтелектуальної системи розпізнавання видів грибів за допомогою нейронних мереж. Нейронні мережі черпають свою силу із розпаралелювання обробки інформації та із можливості самонавчатись, тобто створювати узагальнення. Під терміном «узагальнення» розуміється можливість отримувати аргументований результат на основі даних, які не зустрічались в процесі навчання. Ці властивості дозволяють нейронним мережам вирішувати масштабні задачі, які на сьогоднішній день є важковирішуваними. Окрім можливості вирішувати певний клас задач, нейронні мережі мають ряд значних переваг. Всі плюси нейронних мереж є наслідком плюсів біологічних нейронних мереж, позаяк модель обробки інформації практично не змінювалась. Загалом стаття розкриває проблему отруєння грибами та один із способів її вирішення.

Ключові слова: нейронна мережа, машинне навчання, інтелектуальна система, морфологічні ознаки, «бот».

Постановка проблеми. Усім відомо, що в Україні існує проблема отруєння грибами. МОЗ України повідомляє, що останнім часом випадки отруєння грибами стали частішими, за статистикою в 2018 році отруїлось 174 людини, а також було зафіксовано 11 летальних випадків. Аналіз випадків отруєнь грибами свідчить, що більшість з них обумовлені вживанням пластинчастих отруйних грибів (у першу чергу блідої поганки), які помилково сприймаються за їстівні печериці та сиріжки. Нерідко отруюються грибами, які більшість досвідчених грибників спокійно кладуть до кошиків. Помилитися вони можуть, якщо збирають дуже молоді плодові тіла, коли ще не проявилися морфологічні ознаки. Наприклад, збирають сиріжки, а серед них може заховатися бліда поганка, яка ще не розкрилась і ззовні їх нагадує[1]. Тобто існує проблема, яка полягає в тому, що люди не

завжди можуть правильно розізнати та класифікувати той чи інший вид грибів.

Після вивчення проблематики отруєння грибами та аналізу можливих шляхів зменшення її рівня виникла ідея створення інтелектуальної системи, яка, використовуючи нейронну мережу, може класифікувати види грибів по фото для:

- своєчасного виявлення отруйних грибів;
- запобігання отруєння грибами;
- зменшення рівня летальних випадків;
- надання користувачам інформації щодо знайдених ними грибів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проаналізувавши ринок систем розпізнавання видів грибів, було виявлено велику кількість компаній, що займаються розробкою та вдосконаленням таких систем, проте більшість з них мають купу недоліків у роботі і не завжди надають корисну, а головне достовірну інформацію

для користувачів. Наприклад, додаток «Довідник грибника» містить інформацію про різні параметри гриба, місця його росту, період плодоношення, їстівність та інші корисні відомості, проте має суттєві недоліки:

- застаріла інформація про гриби;
- користувач має самостійно серед сотень зображень розпізнати і визначити вид знайденого ним гриба;
- багато часу на пошуки;
- не завжди якісне зображення грибів;
- деякі види грибів віднесені не до своєї категорії.

Ще один аналог: «Розпізнавання грибів по фото» має величезний недолік – це дуже низька точність розпізнавання грибів, вони неправильно класифікуються, а це може призвести до фатальних наслідків. У процесі експлуатації додатку «Гриби: велика енциклопедія» також було виявлено ряд недоліків:

- нестабільна робота, на одне й те ж саме фото видає різний результат;
- неправильний підсумок роботи додатку.

Тобто, розглянуті існуючі рішення виявились недостатньо точними та застарілими, також серед мінусів є те, що всі додатки не є кросплатформними.

Постановка завдання. Інтелектуальна система розпізнавання видів грибів складатиметься з так званого «бота» – програми, яка є інтегрованою з месенджером “Telegram”, який буде оброблювати вхідні дані: фото для сканування та виведення класифікації, видів грибів, зображених на них. Взаємодія з ботом виконується наступним чином:

– користувач надсилає боту повідомлення, в якому міститься фото гриба, що його цікавить;

- бот, використовуючи технологію Long Polling, отримує від сервера Telegram повідомлення користувача;
- бот генерує відповідь на повідомлення;
- бот відправляє серверу Telegram відповідь;
- сервер Telegram відправляє користувачу відповідь.

Фактично сервер Telegram є посередником між користувачами та ботом. Telegram ідентифікує бота, використовуючи унікальний токен, який необхідно отримати у бота, який керує ботами. Цей токен використовується у всіх запитах, що бот надсилає серверу.

Важливо, що користувач може виконувати наступні дії:

- надсилати запити боту для розпізнавання гриба;
- отримати класифікацію знайденого гриба;
- визначити їстівність гриба;
- отримати дані про практичне значення гриба;
- дізнатись довідкову інформацію щодо гриба.

Слід додати, що месенджер Telegram можна встановити як на операційну систему Android так і на систему ios, а також на ПК, що дає робить дане рішення кросплатформним.

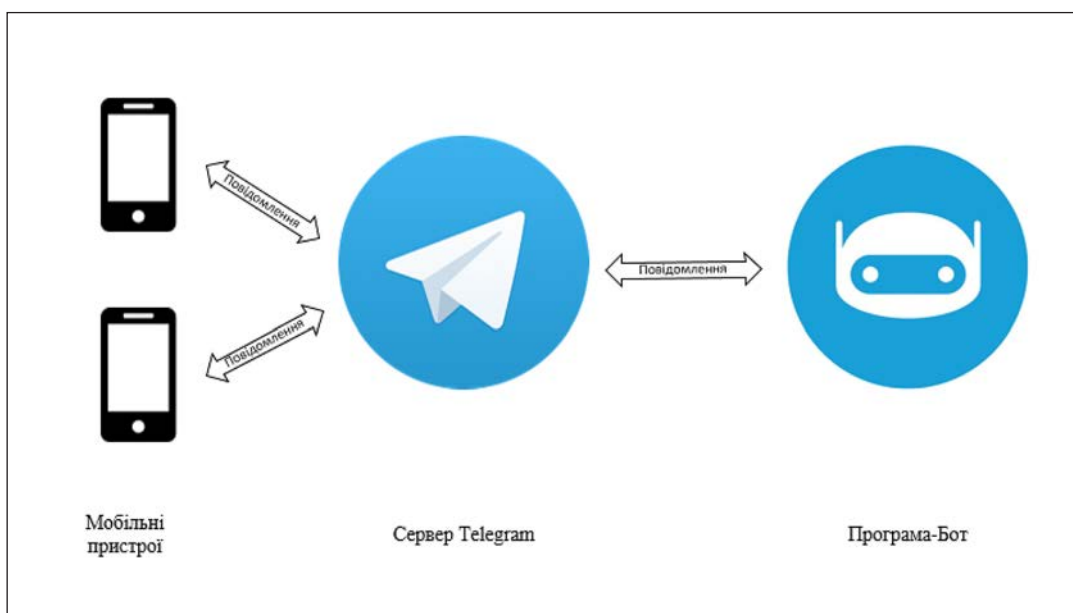


Рис. 1. Архітектура Telegram платформи

Виклад основного матеріалу дослідження.

У повсякденному житті ми називаємо грибами їх плодові тіла. У більшості їстівних грибів (за винятком трюфелів, сморжів та зморшків) плодове тіло утворено ніжкою і капелюшком, звідси й походить їх назва – шапинкові гриби. Тіло шапинкових грибів – це міцелій, або грибниця, що утворений гіфами (рис. 2). Гіфи – це система дуже довгих та розгалужених мікроскопічних ниток, що утворюється в ґрунті.



Рис. 2. Будова грибів

Ланцюжок видовжених безбарвних клітин утворюють гіфу, а гіфи – багатоклітинний міцелій. Якщо в тому місці, де знято гриб, злегка розрити ґрунт, можна виявити тонкі розгалужені білі нитки – грибницю. Грибниця – головна частина кожного гриба, вона у ґрунті з гіфами утворює величезну поверхню для вбирання необхідних речовин, а на поверхні ґрунту утворює плодові тіла. Капелюшок та ніжка складаються з щільно прилеглих один до одного ниток грибниці. У ніжці всі нитки однакові, а в капелюшку вони утворюють два шари – верхній, покритий шкіркою, пофарбованої різними пігментами, і нижній. У деяких грибів, таких як білий гриб, підберезник, нижній шар складається з численних трубочок, вони мають назву трубчасті, а в інших, наприклад, рижиків, нижній шар плодових тіл утворений численними пластинами, які розходяться від верхівки ніжки до краю шапинки, такі гриби називаються пластинчасті [2-3]. Серед шапинкових грибів існують як їстівні так і отруйні гриби, розрізнити їх можна за морфологічними ознаками їх плодового тіла. Наприклад, у найбільш відомих отруйних грибів є такі ознаки:

1. Бліда поганка:
 - тонка ніжка з «комірцем»;
 - бульбоподібне потовщення ніжки біля основи.

2. Несправжні опеньки:
 - жовто-сіра в центрі іржавого кольору ніжка;
 - без лусочок, жовтувато-зеленуваті пластини.
3. Жовчний гриб:
 - темний сітчастий малюнок на ніжці;
 - низ шапинки рожевий.
4. Мухомор:
 - червоний – має червону шапинку з білими плямами-лусочками, внизу ніжки потовщення, у верхній частині кільце;
 - пантерний – шапинка зеленувата або сіробоура з маленькими білими лусочками, ніжка біла з кільцем у верхній частині та потовщенням внизу;
 - порфіровий – схожий на печерицю, але ніжка тонка, лусочок на шапинці часто немає.

Надання біологічної класифікації гриба (тобто правильне визначення роду та виду грибів) вимагає звернути увагу на широкий спектр особливостей, багато з яких помітні при звичайному огляді плодового тіла гриба, інші ж виявляються лише після мікроскопічного дослідження. У основі процесу розпізнавання образів – нейронна мережа (рис. 3). Це мережа простих елементів – нейронів, які отримують вхід, змінюють свій внутрішній стан відповідно до цього входу і виробляють вихід.

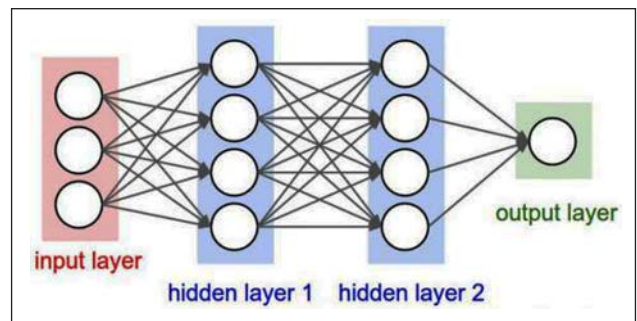


Рис. 3. Схема проста нейронної мережі, червоним позначено вхідні нейрони, синім приховані, зеленим вихідні

Основним складовими мережі є:

1. нейрони з міткою i , які отримують вхід $k_i(t)$ від нейронів попередників, складаються із:
 - збудження $\alpha_i(t)$, що залежить від часу;
 - порогу θ_i , залишається незмінним якщо не змінить функція навчання;
 - функції збудження, що обчислює нове збудження в певний час $t + 1$ з $\alpha_i(t)$ та мережевого входу $k_i(t)$, даючи в результаті відношення $\alpha_i(t + 1) = f(\alpha_i(t), k_i(t), \theta_i)$;
 - функції виходу, яка обчислює вихід з активності (часто є тотожною функцією).

2. з'єднання та ваги – мережа складається із з'єднань, кожне з яких передає вихід i нейрону до входу j нейрону. Кожне таке з'єднання має свою вагу w_{ij} .

3. функція поширення, яка обчислює вхід до i нейрону з виходів нейронів-попередників і має вигляд

$$k_i(t) = \sum_j out_j(t) w_{ij}.$$

4. правило навчання – алгоритм, який змінює параметри нейронної мережі, щоб заданий вхід видавав потрібний вихід.

По своїй суті нейронна мережа – це математичний аналог головного мозку, що моделює роботу мільярдів нейронів, але є суттєві відмінності. Природний інтелект (тобто людина) покликаний вирішувати універсальні завдання, наприклад, не тільки розпізнавати, що бачить, а й приймати рішення, що з цим робити далі. У той час як штучний інтелект спеціалізований і його завдання чітко обмежене: якщо він розпізнає лише гриби, то ягоди для нього будуть невідомими. Ця спеціалізація дозволяє штучному інтелекту в деяких конкретних завданнях перевершити природний інтелект, наприклад, класифікувати декілька десятків тисяч фотографій за коротший проміжок часу, ніж це саме завдання робила б людина.

Для того щоб досягнути такої спеціалізованої ефективності нейронну мережу необхідно навчити конкретним навичкам. Проектування нейронної мережі виконувалось з використанням відкритої та популярної бібліотеки Tensorflow. Способом машинного навчання було обрано навчання з учителем – найбільш поширений випадок. Кожен прецедент являє собою пару «об'єкт, відповідь». Потрібно знайти функціональну залежність відповідей від описів об'єктів і побудувати алгоритм, який бере на вході опис об'єкта і видає на виході відповідь. Функціонал якості визначається як середня помилка відповідей, виданих алгоритмом, по всіх об'єктах вибірки[4–8].

Алгоритм побудови класифікатора на основі нейронної мережі:

1. Робота з даними:

– Скласти базу даних із прикладів, характерних для певної задачі – фотографій грибів;
– Розбити всю сукупність на дві множини: навчальні і тестові.

2. Попередня обробка:

– Вибрати систему ознак, характерних для даної задачі (морфологічні ознаки грибів), і перетворити дані відповідним чином для подачі на вхід мережі;

– Вибрати систему кодувань вихідних значень.

3. Конструювання, навчання та оцінка якості мережі:

– вибір топології мережі;

– вибір функції активації нейронів;

– вибір алгоритму навчання мережі;

– оцінка якості мережі на основі тестової множини, оптимізація архітектури за рахунок зменшення ваги та інших показників;

– вибрати варіант мережі, який забезпечує найкращу здатність до узагальнення і оцінити якість на основі тестової множини.

4. Використання та діагностика:

– З'ясувати ступінь впливу різних чинників на прийняте рішення.

– Переконатися, що мережа дає необхідну точність класифікації.

– Практично використовувати мережу для вирішення завдання.

Висновки. Реалізація інтелектуальної системи, що здатна розпізнавати види грибів, це рішення досить складного технічного завдання, що потребує глибоких знань предметної галузі та аналізу. В її основі лежить спеціально навчена нейронна мережа. Для цього її вивчають на значній вибірці різних фотографій, на кожній з яких зображений гриб, про який заздалегідь і достовірно все відомо.

Машинне навчання – дуже захоплююча тема, що дозволяє машинам навчитися виконувати завдання, які людині були історично необхідні. Таким чином, можна зробити висновок, що завдяки штучним нейронним мережам можна розпізнавати види грибів, що може допомогти багатьом людям не тільки зберегти себе від отруєння, а й дізнатися багато цікавої інформації про гриби.

Список літератури:

1. Українські національні новини. Статистика грибних отруєнь в Україні. Київ, 2018. URL: <https://www.unn.com.ua/uk/news/1753741-statistika-gribnikh-otruyen-v-ukrayini-u-moz-nazvali-kilkist-zhertv>.
2. Шапінкові гриби, будова та значення, будова клітини гіфи, характер живлення та розмноження, правила збирання грибів. Київ, 2015. URL: http://8next.com/botan/5735-botan_708.html.
3. Шапінкові гриби. Київ, 2016. URL: <https://moyaosvita.com.ua/bibiologija/shapinkovi-gri/>.
4. Bhadeshia H.K. Neural Networks in Materials Science. ISIJ International, 1999. № 34 P: 966–979. DOI:10.2355/isijinternational.39.966.

5. Egmont-Petersen M., de Ridder D., Handels H. (2002). Image processing with neural networks – a review. *Pattern Recognition*, 2002. №39 P: 2279–2301. DOI:10.1016/S0031-3203(01)00178-9.
6. Siegelmann H.T., Sontag, Eduardo D. Analog computation via neural networks. *Theoretical Computer Science*, 1994. №131 P: 331–360. DOI:10.1016/0304-3975(94)90178-3.
7. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. Финансы и статистика. ИНФРА-М, 2010. С. 432.
8. Смолин Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций. ФИЗМАТЛИТ, 2003. С. 208.

Holikov N.A., Kornaha Ya.I. ITELLECTUAL SYSTEM FOR RECOGNITION OF MUSHROOM TYPES

Intelligent systems are becoming more and more popular because of their enormous potential for use. There are many tasks where it is more efficient to use intelligent systems, because they can perform specialized tasks much faster and more efficiently. The main advantages of the solutions currently available are the ability to automate many areas of activity while minimizing human involvement and expanding areas where you can use software instead of human labor. In other words, the intellectual system is the artificial intelligence and science of creative systems and the ability to create such systems. Machine learning is a unit of artificial intelligence exploring different ways to build learning algorithms. Such algorithms are algorithms that change (learn) in some way depending on the input. Machine learning is a very large area of knowledge, however, among the many paradigms and approaches in machine learning, one interesting area stands out - artificial neural networks.

This article will reveal the work of an intelligent system for recognizing mushroom species using neural networks. Neural networks derive their power from the parallelization of information processing and the ability to learn, that is, to create generalizations. The term generalization refers to the possibility of obtaining a reasoned result based on data not encountered in the learning process. These properties allow neural networks to solve large-scale problems that are difficult to solve nowadays.

In addition to being able to solve a particular class of problems, neural networks have many significant advantages. All the benefits of neural networks are a consequence of the benefits of biological neural networks, since the model of information processing is virtually unchanged. In general, the article reveals the problem of mushroom poisoning and one way to solve it.

Key words: *neural network, machine learning, intellectual system, morphological features, “bot”.*