

**Національний університет біоресурсів  
і природокористування України**



***ЗБІРНИК***

***ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ***

***«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»***

***з нагоди 94-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,  
Обухової Віолетти Сергіївни  
(1926-2005)***

***10 березня 2020 року***



м. Київ

УДК 7.05

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ ПРИ ПОБУДОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ**

*Н.С. Конкіна, А.А. Демчишин*

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

Протягом століть винахідницька діяльність відбувалась шляхом «проб і помилок». Вважалося, що для вирішення винахідницької задачі необхідно володіти великим колективом співробітників, які зможуть принести бажаний результат шляхом перебору. Однак метод «проб і помилок», і заснована на ньому організація конструкторської праці, прийшли в протиріччя з вимогами сучасної науково-технічної революції. Таким чином, з'явилася потреба створення нових методів управління творчим процесом, які були б здатні різко зменшити число невдалих спроб. Для цього і необхідна науково обґрунтована і практично працездатна теорія рішення винахідницьких задач.

Теорія рішення винахідницьких задач, або ТРІЗ, - набір методів вирішення технічних завдань і вдосконалення технічних систем. ТРІЗ була створена в СРСР в 1960-х роках Генріхом Альтшуллером [1]. Перша школа з рішення винахідницьких задач з'явилася в Дніпропетровську, а пізніше ТРІЗ стала широко розповсюдженою у всьому світі [2].

Розглянемо проблему створення моделі нейронної мережі, яка дозволить розпізнавати жести рук людини. При розробці висунемо наступні вимоги до нейронної мережі: ефективно виокремлення фону сцени, можливість навчання в умовах малої кількості фотографій (семплів), розпізнавання жестів лише для однієї людини.

Метою роботи є дослідження і розробка методів розпізнавання статичних і динамічних жестів руки, які можуть бути використані для безконтактної взаємодії людини з комп'ютером, з використанням ТРІЗ. Засобом досягнення мети є вирішення таких основних завдань:

1. аналіз існуючих методів відстеження та розпізнавання жестів руки, а також безконтактної людино-машинної взаємодії;
2. побудова архітектури моделі нейронної мережі з ТРІЗ;
3. дослідження і розробка методів опису, вилучення і розпізнавання конфігурацій руки з використанням ТРІЗ;
4. розробка методів розпізнавання жестів руки на основі нейронної мережі для управління комп'ютерними системами;

Під час проектування системи було проведено декілька експериментів для вибору найбільш підходящого прототипу моделі нейронної мережі, класифікатора та найбільш підходящої функції втрат. Для зручності розробки був додатково розроблений модуль для зберігання та зчитування даних, а також модуль, завдяки якому задавалися додаткові параметри для нейронної мережі, що навчається (кількість епох, ймовірність дропауту, кількість шарів та ін.).

Навчання мережі було проведено на основі датасету, наданого громадою Kaggle. Датасет складався з 6 тисяч фотографій, отриманих за допомогою камери *LeapMotion*. При навчанні було використано метод дропауту, суть якого полягає в тому, що в процесі навчання вибирається шар, з якого випадковим чином виключається певна кількість нейронів (наприклад 40%), які виключаються з подальших обчислень. Такий прийом покращує ефективність навчання і підвищує якість результату. Класифікатор у нейронних мережах відносить об'єкт до одного з класів відповідно до визначеного розбиттям N-мірного простору, яке називається простором входів, і розмірність цього простору є кількістю компонентів вектору. Наприклад, у нейронної мережі, що навчалась, з 10 виходами ми отримали вектор вихідних значень (0.1, 0.2, 0.6, 0.4, 0.05, 0.1, 0.3, 0.55, 0.2, 0.1). Максимальне значення у нашому прикладі має третя компонента вектору, значить клас, до якого належить цей приклад, - клас номер 3. Іноді при роботі з нейронними мережами, вводиться термін «впевненість мережі», яка визначається як різниця між максимальним значенням та значенням виходу, найближчого до максимального. Тобто, у нашому прикладі максимальне значення – 0.6, найближчий вихід – 0.4, «впевненість мережі» дорівнює  $0.6 - 0.4 = 0.2$ .

У роботі для вирішення задачі класифікації було використано лінійний класифікатор. Навчання моделі відбувалося за принципом "навчання з учителем". При такому підході визначається функція втрат, що вимірює розмір неузгодженості між вихідними даними і бажаними результатами. Формально алгоритм навчання виглядає так:

$$\arg \min_{\mathbf{w}} R(\mathbf{w}) + C \sum_{i=1}^N L(y_i, \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i)$$

де  $\mathbf{w}$  - вектор параметрів класифікатора;  $L(y_i, \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i)$  - функція втрат, яка задає міру невідповідності між передбаченням класифікатора та справжнім виходом  $y_i$  для  $i$ -того тренувального зразка;  $R(\mathbf{w})$  - функція [регуляризації](#), яка запобігає завеликим значенням параметрів (що спричиняє [перенавчання](#));  $C$  - скалярна стала (встановлена користувачем алгоритму навчання), яка контролює баланс між регуляризацією та функцією втрат [3]. При побудові моделі нейронної мережі застосовано наступні принципи вирішення технічних протиріч ТРІЗ: принцип асиметрії, принцип винесення, принцип переходу в інший вимір, принцип об'єднання.

Як відомо [4,5], ТРІЗ базується на поняттях моно-, бі- та полі системи. Початкова версія архітектури нейронної мережі була спроектована з використанням мінімальної кількості шарів, що склали моно систему. Виходячи з результатів роботи, моно система була доповнена додатковими шарами (рис. 1).

Модель нейронної мережі показала найкращі показники на епосі 76 з результатом 92,375 %.



Рис. 1. Архітектура нейронної мережі з додатковими шарами на основі ТРІЗ

Отримані результати дають можливість вважати підхід на основі ТРІЗ потужним інструментом для вирішення задач штучного інтелекту. Показано, що написання систем штучного інтелекту відбувається за законами розвитку системи ТРІЗ, що дає можливість прогнозувати процес їх подальшого вдосконалення.

### Література

1. Альтшуллер Г. С. Как научиться изобретать. Тамбов: Тамбовское книжное издательство. 1961. 211 с.
2. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. М.: Советское радио, 1979. –174 с.
3. Imoh M.Ilevbare, David Probert, Robert Phaal. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. Technovation – Elsevier. V.33, Issue 2-3, 2013. P. 30-37.
4. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Новосибирск: Наука, 1991. 211 с.
5. Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G., «Pattern Classification», Wiley, 2001. ISBN 0-471-05669-3. 688 p.