

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РОЗПІЗНАВАННЯ МІМІЧНИХ МІКРОВИРАЗІВ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ

*Кашубін Сергій, Яровий Андрій*

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В роботі проаналізовано підходи до розпізнавання мімичних мікроекспресій обличчя людини, зокрема з використанням Time Delay Neural Networks. Охарактеризовано структурну організацію та принципи роботи Time Delay Neural Network в контексті розпізнавання динамічних зображень. Результатом проведених досліджень є підвищення точності нейромережевого розпізнавання мімичних мікроекспресій обличчя людини.*

### Abstract

*The approaches to facial expression recognition, especially using Time Delay Neural Networks, was analyzed in the article. Time Delay Neural Network structural organization and principles of work was characterized in the context of dynamic images recognition. Increased accuracy of facial microexpression recognition using neural networks was obtained as a result.*

### Вступ

Мімичні мікроекспресії можуть слугувати ознакою обману при невідповідності до слів чи макроекспресій або індикаторами майбутньої поведінки людини. В той же час, вони характеризуються малою тривалістю – до п'ятої частини секунди, тому недосвідченій людині, зазвичай, залишаються непоміченими. Все це обґрунтовує доцільність автоматичного розпізнавання мікроекспресій, що дозволить ідентифікувати усі мікроекспресії, навіть, при спостереженні за великою кількістю людей одночасно. Такі системи можуть застосовуватися в медицині, психології, слідчій та охоронній справах. Особливу користь розпізнавання мікроекспресій надає для виявлення брехні, що визначає такі області застосування системи, як політика, торгівля і журналістика [1].

Представлені дослідження присвячено розпізнаванню мімичних мікроекспресій обличчя людини з використанням технологій нейронних мереж. Задача розпізнавання зображень мімичних мікроекспресій обличчя людини трактується в роботі в контексті задачі класифікації зображень обличчя людини у відповідності до емоції, що відображена мікроекспресією. Вхідними даними системи є цифрові зображення обличчя людини в анфас у кольоровій моделі Grayscale.

Метою дослідження є збільшення точності розпізнавання зображень шляхом використання нейронних мереж типу Time Delay Neural Network. Для цього було використано середовище програмування MATLAB та експериментальним шляхом визначено найкращі параметри мережі й алгоритм навчання.

Задачами дослідження є: визначення показників точності існуючих підходів до задачі нейромережевого розпізнавання мімичних мікроекспресій обличчя людини, реалізація системи нейромережевого розпізнавання мімичних мікроекспресій обличчя людини на основі Time Delay Neural Network, порівняння результатів.

В якості тренувальних та тестових зображень обрано зображення із міжнародної бази даних Extended Cohn-Kanade Facial Expression Dataset, University of Pittsburgh, USA (327 зображень) [2]. Існуючий підхід до нейромережевого розпізнавання мімичних мікроекспресій обличчя людини, що також використовує цю базу із зображеннями, описаний ученим Т. Мак-Лафліном [3] і полягає у застосуванні глибоких нейронних мереж. Найкраща досягнута точність розпізнавання – 61%.

Також, створено систему на основі нейромережі прямого розповсюдження з одним прихованим шаром як найпростіший варіант для порівняння. Найкраща досягнута точність розпізнавання склала всього 17%.

### Реалізація системи нейромережевого розпізнавання мімічних мікровиразів обличчя людини на основі Time Delay Neural Network

Time Delay Neural Network (TDNN) – тип нейронних мереж, що застосовується до послідовностей вхідних даних, диференційованих у часі [4]. Його основною особливістю є те, що вхід кожного нейрона прихованого шару має зв'язки не лише із безпосередньо вхідними даними поточного моменту часу, але й з вхідними даними  $K$  попередніх моментів. Зв'язок із  $i$ -м елементом вхідних даних має однакову вагу для кожного з  $K$  моментів часу, що спрощує структуру нейромережі та, водночас, забезпечує можливість відокремлення незалежних та залежних від часу ознак. Параметр  $K$  – затримка прихованого шару TDNN, оскільки мережа починає працювати лише після проходження  $K$  квантів часу від початку надходження вхідних даних. Варто зауважити, що затримка може бути введена й на глибших шарах нейромережі. Структуру Time Delay Neural Network зображено на рис. 1.

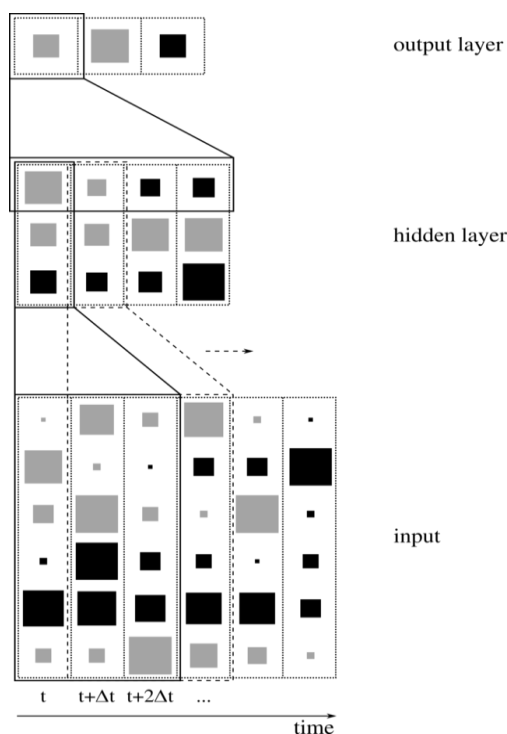


Рисунок 1 – Загальна структура Time Delay Neural Network

Для реалізації системи було обране середовище програмування MATLAB, оскільки воно має вбудовану бібліотеку для роботи з Time Delay Neural Network і дозволяє здійснювати моніторинг процесу їх навчання та тестування. Для передобробки зображення використано виділення точок Active Appearance Model та нормалізація значень їх координат до відрізка  $[-1;1]$ . Для створення TDNN використано функції `timedelaynet` або `distdelaynet` (в залежності від того, чи вводяться затримки на прихованому шарі). При цьому було використано можливість задання наступних параметрів навчання: об'єм тренувальної й контрольної вибірки (відповідно, 70% і 30%), максимальна кількість ітерацій навчання (1000), максимальна кількість ітерацій збільшення похибки розпізнавання контрольної вибірки для передчасної зупинки навчання (75), затримка прихованого шару та кількість

нейронів у прихованому шарі. Значення останніх двох параметрів, що дозволили досягти покращення точності, було встановлено експериментальним шляхом для кожного окремого алгоритму навчання. Отримані результати точності розпізнавання із застосуванням існуючих підходів представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Отримані результати дослідження

Метод розпізнавання	Точність
Глибокі нейромережі Т. МакЛафліна	61%
Нейромережа прямого розповсюдження з одним прихованим шаром	17%
TDNN з алгоритмом навчання Levenberg-Marquardt Backpropagation	58%
TDNN з алгоритмом навчання Scaled Conjugate Gradient Backpropagation	67%
TDNN з алгоритмом навчання Bayesian Regularization Backpropagation	70%

Як видно, досягнуто покращення точності на 9%, порівняно з існуючим підходом. Використаний набір зображень включає у себе зображення мікровиразів, що відображають 7 різних емоцій, однак у різних пропорціях. Так, емоції "відраза" відповідає лише 18 зображень, у той час як емоції "радість" — 86. Для дослідження впливу неоднорідності у кількості прикладів кожного класу в тренувальних даних на точність розпізнавання було проведено навчання 7 різних систем бінарної класифікації, які відрізняли одну емоцію від усіх інших та проведено оцінювання точності розпізнавання за метрикою F1-score [5]. Виявлено, що зазначена неоднорідність сильно впливає на точність розпізнавання. Розроблено систему, яка розрізняє лише 3 види емоцій, що представлені в базі найбільшою кількістю зображень (здивування, радість та відраза). Точність розпізнавання склала 99%. Також розроблено систему, яка розпізнає 4 види емоцій, що представлені в базі найбільшою кількістю зображень (здивування, радість, відраза та гнів). Точність такої системи склала 94%.

## Висновки

Таким чином, використання Time Delay Neural Networks із алгоритмом навчання Bayesian Regularization Backpropagation дозволяє підвищити точність нейромережевого розпізнавання мимічних мікровиразів обличчя людини. Це видно із результатів досліджень, оскільки точність було підвищено на 9% порівняно з існуючим підходом. Збільшення та усунення неоднорідності кількості зображень кожного класу у тренувальній вибірці потенційно може дозволити у більшій мірі підвищити точність розпізнавання.

## Список використаних джерел:

1. P. Ekman. *Telling Lies: Clues to Deceit in the Marketplace, Politics, and Marriage* / P. Ekman.— New York: W. W. Norton & Company, 2009. — 416 с.
2. P. Lucey. The Extended CohnKanade Dataset (CK+): A complete expression dataset for action unit and emotion-specified expression / P. Lucey, J.F. Cohn, T. Kanade, J. Saragih, Z. Ambadar, I. Matthews // *Proceedings of the Third International Workshop on CVPR for Human Communicative Behavior Analysis (CVPR4HB 2010)*. — 2010. — №3.— С. 94–101.
3. T. McLaughlin. *Emotion Recognition with Deep-Belief Networks* / T. McLaughlin, M. Le, N. Bayanbat // *Stanford CS 229 Machine Learning Final Projects*. — 2010. — №14.— С. 62–66.
4. A. Waibel. *Phoneme Recognition Using Time-Delay Neural Networks* / A. Waibel // *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*. — 1989. — №3. — С. 328–339.
5. D.M.W. Powers. "Evaluation: From Precision, Recall And F-Measure To ROC, Informedness, Markedness & Correlation". / D.M.W. Powers // *Journal Of Machine Learning Technologies*. — 2011. — №2. — С. 37–63.