

ОВЧАРУК ОЛЕКСАНДР

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0009-0008-3815-0035>e-mail: off4aruk@gmail.com

МАЗУРЕЦЬ ОЛЕКСАНДР

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-8900-0650>e-mail: exe.chong@gmail.com

НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОЯВІВ ПТСР У ТЕКСТОВОМУ КОНТЕНТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОМИЛКО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО НАБОРУ ДАНИХ

У статті розглянуто сучасний стан напрямку наукових досліджень нейромережевого діагностування проявів ПТСР у текстовому контенті. З огляду на низький рівень діагностування проявів ПТСР засобами обробки природної мови, було запропоновано підхід до нейромережевого діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті з забезпеченням підвищеної стійкості до слухувань ПТСР з іншими психічними розладами шляхом створення навчального набору даних, що містить у цільовій категорії тексти з високим проявом ПТСР, а в ортогональній категорії окрім звичайних текстів без проявів ПТСР вмістом текстів з іншими психічними захворюваннями.

Для дослідження ефективності запропонованого підходу до нейромережевого діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті з використанням помилко-орієнтованого навчального набору даних, було використано хмарний сервіс. Створений застосунок підтвердив ефективність розробленого підходу до нейромережевого діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті з використанням помилко-орієнтованого навчального набору даних. За проведеним дослідженням ефективності, вдалось досягнути таких значень за метриками: Accuracy 0.85, Precision 0.87, AUC 0.88, що є кращим за існуючі аналоги. Розроблений метод має обмеження, а саме він працює з тільки з англійськими текстами, однак при наявності навчальних даних на інших мовах обмеження може бути знято.

Ключові слова: нейронна мережа, діагностування ПТСР, текстовий контент, навчальний набір даних.

OVCHARUK OLEKSANDR, MAZURETS OLEKSANDR

Khmelnytskyi National University

NEURAL NETWORK DIAGNOSIS OF PTSD OSTENTS IN TEXTUAL CONTENT USING AN ERROR-ORIENTED TRAINING DATASET

The article reviews the current state of scientific research in the field of neural network diagnosis of posttraumatic stress disorder ostents in textual content. Given the low level of diagnosis of posttraumatic stress disorder ostents by means of natural language processing, the way to neural network diagnosis of posttraumatic stress disorder ostents in textual content was proposed with increased resistance to confusion of posttraumatic stress disorder with other mental disorders by creating a training data set containing texts with a high manifestation of posttraumatic stress disorder in the target category, and in the orthogonal category, in addition to ordinary texts without ostents of posttraumatic stress disorder, texts with other mental illnesses.

For neural network diagnosis of posttraumatic stress disorder ostents in textual content, a data set was formed by combining and criterion-based filtering of data based on existing data sets, which includes 3374 records. The neural network for diagnosing posttraumatic stress disorder ostents was trained for 100 epochs with early stops to protect against overtraining, and the best model was saved throughout the training history. The training batch size was 64, the dictionary size was 2000 tokens.

To study the effectiveness of the proposed way to neural network diagnosis of posttraumatic stress disorder ostents in textual content using an error-oriented training dataset, the Google Colab cloud service, which supports various libraries for quantum computing, and the Cirq library were used. The created useless application confirmed the effectiveness of the developed approach to neural network diagnosis of posttraumatic stress disorder ostents in textual content using an error-oriented training dataset. According to the conducted efficiency study, it was possible to achieve the following values for the metrics: Accuracy 0.85, Precision 0.87, AUC 0.88, which is better than existing analogues. The developed way has limitations, namely, it works only with English-language texts, however, if training data in other languages are available, this limitation can be removed.

Keywords: neural network, PTSD diagnosis, textual content, training dataset.

Аналіз предметної області та постановка задачі

Актуальність нейромережевого діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті зумовлена зростаючою необхідністю виявлення психічних розладів у сучасному інформаційному суспільстві [1]. У світлі останніх подій, що спричинили стресові ситуації, таких як війни, катастрофи або соціальні конфлікти, спостерігається збільшення випадків ПТСР серед населення [2]. Традиційні методи діагностики часто виявляються недостатньо ефективними, оскільки вимагають особистого контакту та тривалого часу для оцінки стану пацієнта.

Оскільки текстова інформація стає все більш доступною, важливо розробити методологію формування навчальних наборів даних, що забезпечить високу точність та чутливість моделей до проявів ПТСР в тексті [3]. Це не тільки покращить ефективність діагностики, але й може сприяти своєчасному втручання та підтримці осіб, які пережили травматичний досвід. В умовах стрімкої зміни соціально-психологічного середовища, застосування нейронних мереж для діагностування проявів ПТСР є вкрай

актуальним і необхідним завданням для забезпечення психологічного цифрового добробуту суспільства.

Таким чином, наразі є актуальним питання автоматизації діагностування проявів ПТСП у текстовому контенті з забезпеченням стійкості до сплутувань ПТСП з іншими психічними розладами. Такий ефект за нейромережевого підходу може досягатись створенням навчального набору даних, що містить у цільовій категорії тексти з високим проявом ПТСП, а в ортогональній категорії окрім звичайних текстів без проявів ПТСП вмістом текстів з іншими психічними захворюваннями.

Останні публікації

Вплив пандемії COVID-19 на розвиток дистанційних психологічних послуг та інвестиції в цифрові технології для психічного здоров'я підтверджують актуальність та необхідність розвитку нейромережевих засобів виявлення ПТСП. Використовуються масштабовані цифрові інструменти, такі як віртуальна реальність, нейрофідбек, носимі пристрої, мобільні додатки та машинне навчання для оцінки, діагностики та лікування симптомів посттравматичного стресового розладу [4]. Проаналізовано 35 досліджень, які виявили, що віртуальна реальність є ефективною для лікування ПТСП, пов'язаного з бойовими діями. Проте результати досліджень мобільних додатків і нейрофідбеку обмежені через невелику вибірку та методологічну неоднорідність. Моделі машинного навчання демонструють можливості виявлення симптомів ПТСП за даними, зібраними з смартфонів і носимих пристроїв, але потрібна стандартизація збору даних та моделювання для клінічного застосування.

У [5] розглядається використання мови як можливого діагностичного біомаркера ПТСП. Для аналізу використано дані від 148 осіб, які стали жертвами терактів у Парижі 13 листопада 2015 року. Інтерв'ю були проведені через 5-11 місяців після подій, охоплюючи осіб зі схожими соціально-економічними умовами, які пережили той самий інцидент та відповідали на однакові питання. В дослідженні використовується трьохетапна міждисциплінарна методологія, що поєднує психіатрію, лінгвістику та обробку природної мови для вивчення зв'язку між мовою та ПТСП. Результати показують, що клінічний психіатр досяг AUC (площа під кривою) 0,72 при діагностиці ПТСП, що можна порівняти з анкетною золотою стандартом (AUC \approx 0,80). Модель машинного навчання показала AUC 0,69, а модель глибокого навчання – AUC 0,64. Дослідження також контролює фактори, що можуть змішувати результати, встановлює зв'язки між мовою та субсимптомами DSM-5, та поєднує автоматизовані методи з якісним аналізом, забезпечуючи надійний опис зв'язку між ПТСП та мовою. Подібне дослідження проводилось для військовослужбовців, які служили в Афганістані, де модель машинного навчання досягла AUC 0,74 [6].

Метою роботи є нейромережеве діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті з забезпеченням підвищеної стійкості до сплутувань ПТСП з іншими психічними розладами шляхом створення навчального набору даних, що містить у цільовій категорії тексти з високим проявом ПТСП, а в ортогональній категорії окрім звичайних текстів без проявів ПТСП вмістом текстів з іншими психічними захворюваннями.

Основна частина

Метод нейромережевого діагностування проявів ПТСП у текстовому контенті оснований на навчанні нейромережі з використанням навчального набору даних, який сформований для забезпечення підвищеної стійкості до сплутувань ПТСП з іншими психічними розладами. Для діагностування проявів ПТСП у текстовому контенті було використано нейронну мережу з квантовим шаром. Запропонована архітектура нейромережі наведена на рис. 1.

Розроблений метод нейромережевого діагностування проявів ПТСП у текстовому контенті забезпечує перетворення вхідної інформації у вигляді текстового контенту для аналізу і навченої контекстно-орієнтованої нейромережевої моделі з токенизатором у вихідну інформацію у вигляді відсотку прояву посттравматичного стресового розладу в користувацькому контенті. На першому етапі здійснюється препроцесинг та токенизація текстового контенту. Контент перевіряється на довжину і на непустоту. При цьому розділові знаки, смайли і решта ознак тексту зберігається, оскільки вони можуть нести додаткову потрібну інформацію, яка свідчить про наявність ПТСП. Токенизація здійснюється токенизатором, на якому була навчена нейронна мережа. На другому етапі здійснюється нейромережевий аналіз прояву посттравматичного стресового розладу в користувацькому контенті, для виявлення якого використано контекстно-орієнтовану нейромережу архітектури трансформера.

Верхній шар (Input) нейромережі для діагностування проявів ПТСП визначає форму вхідних даних, яка має розмірність 2000, що означає довжину вектора слів для нейромережевого діагностування ПТСП. Верхній шар на рисунку не відображено. Далі, як видно з рис.1, змінно йдуть щільні шари (Dense), які здійснюють повне з'єднання всіх нейронів попереднього шару з кожним нейроном цього шару.

Dropout шар випадковим чином вимикає певну кількість нейронів цього шару під час навчання. Це допомагає запобігти перенавчанню, змушуючи мережу не залежати від певних нейронів. У дослідженні дане значення досягає 70%.

Квантовий шар (QuantumLayer) є експериментальним користувацьким шаром і може потенційно дозволити моделі ефективніше обробляти і представляти складні взаємозв'язки у даних, що важливо для нейромережевого діагностування ПТСП.

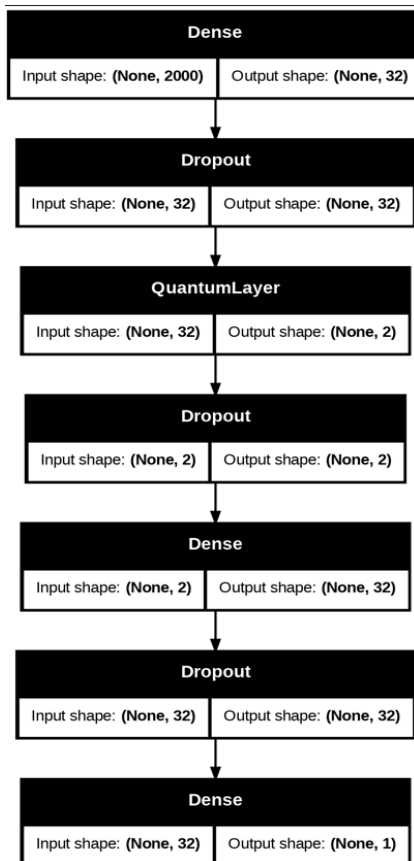


Рис. 1. Архітектура нейромережі для діагностування проявів ПТСР у текстовому контенті

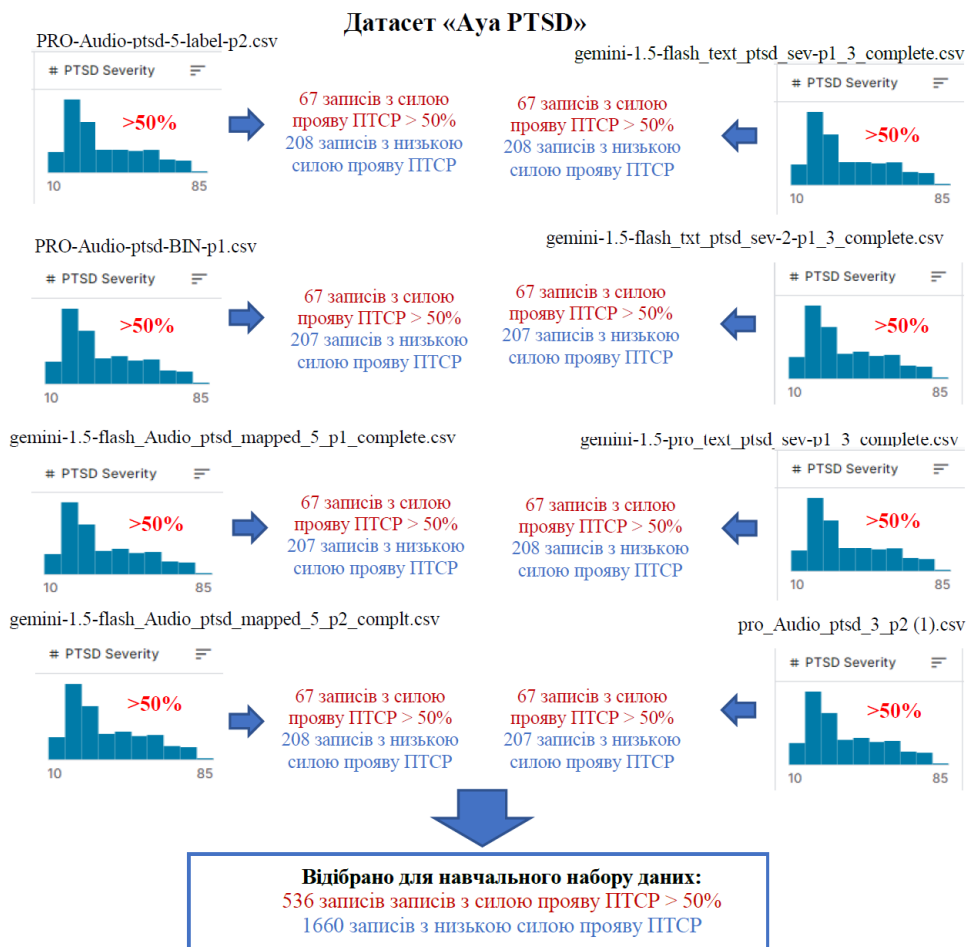


Рис. 2. Схема формування цільової категорії з набору даних «Ауа PTSD»

Вихідний шар Dense з 1 нейроном використовується для двокласової класифікації, що відповідає задачі виявлення ПТСР у тексті. Для цього шару використано функцію активації Sigmoid, яка стискає вихід у діапазон від 0 до 1, що підходить для задач нейромережевого діагностування ПТСР.

Для підвищення точності діагностування ПТСР нейромережею наведеної архітектури та забезпечення стійкості до сплутувань ПТСР з іншими психічними розладами було сформовано навчальний набір даних, що містить у цільовій категорії тексти з високим проявом ПТСР, а в ортогональній категорії окрім звичайних текстів без проявів ПТСР вмістом текстів з іншими психічними захворюваннями.

Формування навчального набору даних здійснюється шляхом поєднання та критеріальної фільтрації даних на основі існуючих наборів даних «Aya PTSD» [7] та «Human Stress Prediction» [8], що доступні на платформі Kaggle.

Набір даних «Aya PTSD» [7], містить інформацію, яка безпосередньо стосується ПТСР. Цей датасет охоплює різноманітні атрибути, включаючи клінічні оцінки, соціально-демографічні характеристики та інше («ID», «PTSD Severity», «label», «text», «file_path», «response»), що робить його цінним ресурсом для дослідження посттравматичного стресового розладу [9]. Схема отримання записів цільової категорії з набору даних «Aya PTSD», що відповідає за навчальні дані виявлення ПТСР наведена на рис. 2. З цього датасету будуть взяті записи шляхом застосування критеріальної фільтрації за атрибутом «PTSD Severity», що відповідає силі прояву ПТСР по критерію «значення понад 50%». Отримана таким шляхом кількість записів 536.

Датасет «Human Stress Prediction» [8] містить інформацію з субредитів, що стосується психічного здоров'я. Цей набір даних охоплює різні проблеми, з якими люди стикаються у своєму житті. Він включає такі атрибути: «subreddit», «post_id», «sentence_range», «text», «label», «confidence», «social_timestamp», які є заголовками для файлу Stress.csv. З цього датасету будуть відібрані дані, де в колонці «subreddit» значиться «PTSD», що вказує на посттравматичний стресовий розлад. В протилежну категорію будуть віднесені записи, що не містять ознак PTSD (всі інші записи). У датасеті міститься 584 записи з міткою «PTSD» і 2254 записи, що належать до протилежної категорії. Загальна схема формування навчального набору даних із двох описаних датасетів наведена на рис.3.

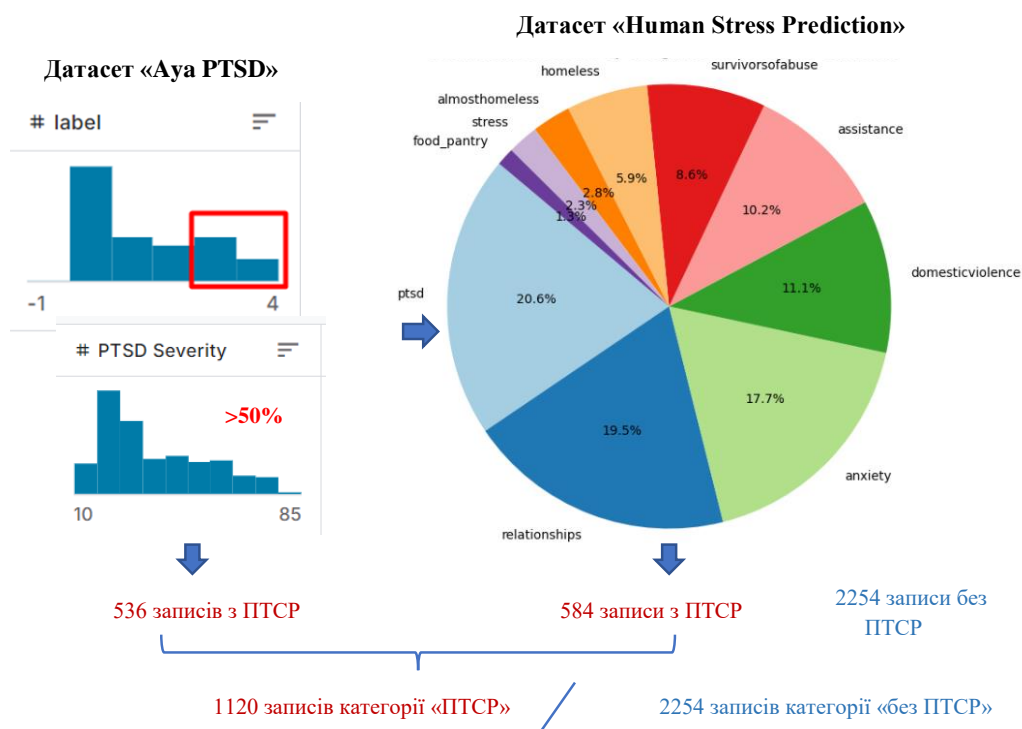


Рис. 3. Схема формування навчального набору даних для нейромережевого діагностування ПТСР

Як видно з рис. 3, в утвореному наборі даних 1120 записів, що відповідають класу «ПТСР» та 2254 записи, що відповідають класу «Не ПТСР». При навчанні нейромережі буде використано рівна кількість записів по 1100 в кожному класі.

Отже, сформовано набір даних шляхом поєднання та критеріальної фільтрації даних на основі існуючих наборів даних «Human Stress Prediction» та «Aya PTSD», що налічує 3374 записи, що належать класам «ПТСР» та «Не ПТСР».

Дослідження ефективності нейромережевого діагностування проявів ПТСР

Дослідження ефективності нейромережевого діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті з використанням помилко-орієнтованого навчального набору даних

проводилось на основі виробничих потужностей хмарного сервісу «Google Colab», який підтримує різноманітні бібліотеки для квантових обчислень, що дозволяє виконувати симуляції квантових алгоритмів та нейромереж. В рамках дослідження ефективності було використано бібліотеку «Cirq».

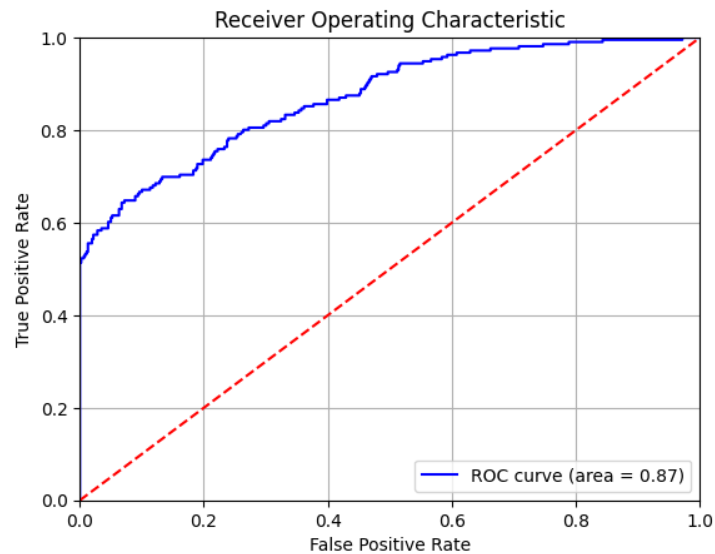


Рис. 4. ROC-криві нейромережі з квантовим шаром, відсоток інгібуючи нейронів 60

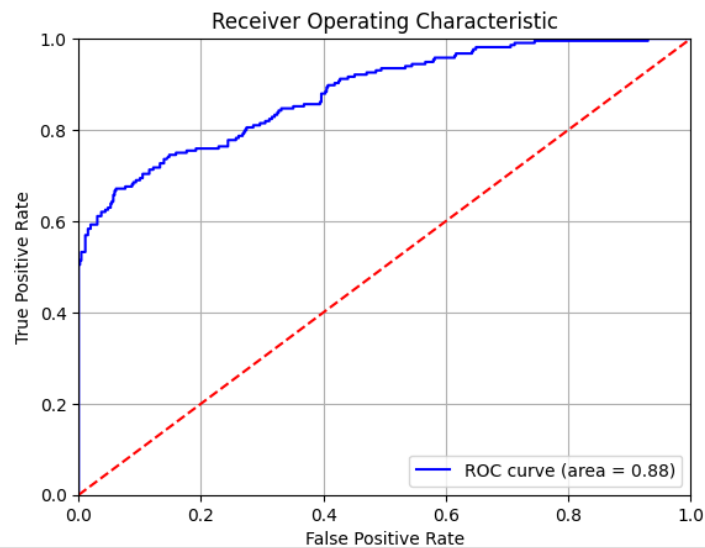


Рис. 5. ROC-криві нейромережі з квантовим шаром, відсоток інгібуючи нейронів 75

Навчена нейронна мережа на запропонованому датасеті дала такі результати по метрикам: Accuracy 0.85, Precision 0.87, AUC 0.88. Навчання нейромережі здійснювалось протягом 100 епох з ранніми зупинками для захисту від перенавчання, та збереженням найкращої моделі за всю історію проведення навчання. Розмір навчальної вибірки (batch) було взяло 64, розмір словника 2000 токенів. На рис. 4 та рис. 5 наведені ROC-криві для варіантів входних параметрів - відсотків інгібуючи нейронів відповідно 60 та 75.

Отже, запропонована архітектура нейронної мережі з використанням помилко-орієнтованого навчального набору даних дали позитивний результат, та дозволила одержати значення метрик Accuracy 0.85, Precision 0.87, AUC 0.88, що є кращим за існуючі аналоги. В розрізі задачі нейромережевого діагностування ПТСР покращення є вагомим. Розроблений метод має обмеження й працює з тільки з англійськими текстами, однак при наявності навчальних даних на інших мовах дане обмеження може бути знято.

Висновки

У статті розглянуто сучасний стан напрямку наукових досліджень нейромережевого діагностування проявів ПТСР у текстовому контенті. З огляду на низький рівень діагностування проявів ПТСР засобами обробки природної мови, було запропоновано нейромережеве діагностування проявів посттравматичного стресового розладу у текстовому контенті з використанням помилко-орієнтованого навчального набору даних, який містить у цільовій категорії тексти з високим проявом ПТСР, а в ортогональній категорії окрім звичайних текстів без проявів ПТСР має тексти з іншими психічними захворюваннями. Запропонований підхід дає можливість досягнути стійкості до сплутувань ПТСР з іншими психічними розладами та підвищити влучність прогнозів.

Для дослідження ефективності було використано хмарний сервіс «Google Colab», що підтримує різноманітні бібліотеки для квантових обчислень (використано «Cirq») та дозволяє виконувати симуляції квантових алгоритмів та нейромереж. За проведеними дослідженнями ефективності, вдалось досягнути таких значень за метриками: Accuracy 0.85, Precision 0.87, AUC 0.88, що є кращим за існуючі аналоги. Розроблений метод має обмеження, а саме він працює з тільки з англійськими текстами, однак при наявності навчальних даних на інших мовах дане обмеження може бути знято.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розширення навчальної вибірки та на дослідження альтернативних видів нейромереж для збільшення відсотка коректного виявлення ПТСР.

Література

1. Krak I. Abusive Speech Detection Method for Ukrainian Language Used Recurrent Neural Network / I. Krak, O. Zalutka, M. Molchanova, O. Mazurets, R. Bahrii, O. Sobko, O. Barmak // CEUR Workshop Proceedings. – 2024. – Vol. 3688. – С. 16–28
2. Park A.H. Machine learning models predict PTSD severity and functional impairment: A personalized medicine approach for uncovering complex associations among heterogeneous symptom profiles / A.H. Park, H. Patel, J. Mirabelli, S.J. Eder, D. Steyerl, B. Lueger-Schuster, F. Scharnowski, C. O'Connor, P. Martin, R.A. Lanius, M.C. McKinnon, A.A. Nicholson // Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy. – 2023.
3. Zalutka O. Method for Sentiment Analysis of Ukrainian-Language Reviews in E-Commerce Using RoBERTa Neural Network / O. Zalutka, M. Molchanova, O. Sobko, O. Mazurets, O. Pasichnyk, O. Barmak, I. Krak // CEUR Workshop Proceedings. – 2023. – Vol. 3387. – С. 344–356.
4. Browning L. The Current State of Digital Technologies for the Treatment and Management of PTSD – A Look into the Future of Psychiatry / L. Browning, I. Rashid, A. Javanbakht // Preprints. – 2024.
5. Quillivic R. Interdisciplinary approach to identify language markers for post-traumatic stress disorder using machine learning and deep learning / R. Quillivic, F. Gayraud, Y. Auxéméry, L. Vanni, D. Peschanski, F. Eustache, J. Dayan, S. Mesmoudi // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – С. 12468.
6. Papini S. Development and Validation of a Machine Learning Prediction Model of Posttraumatic Stress Disorder After Military Deployment / S. Papini, S.B. Norman, L. Campbell-Sills, X. Sun, F. He, R.C. Kessler, R.J. Ursano, S. Jain, M.B. Stein // JAMA Network Open. – 2023. – Vol. 6, № 6.
7. Aya PTSD. [Електронний ресурс]. – Kaggle. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets/abdelrahmanahmed3/aya-ptsd> (дата звернення: 22.11.2024).
8. Human Stress Prediction [Електронний ресурс]. – Kaggle. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets/kreeshrajani/human-stress-prediction/data> (дата звернення: 22.11.2024).
9. Мазурець О.В. Підхід до збільшення розмірності вхідних даних для нейромережевого прогнозування значень показників епідеміологічної небезпеки / О.В. Мазурець, О.М. Овчарук // Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Перспективи сучасної науки: теорія і практика». – 2024. – С. 192–198.

References

1. Krak I. Abusive Speech Detection Method for Ukrainian Language Used Recurrent Neural Network / I. Krak, O. Zalutka, M. Molchanova, O. Mazurets, R. Bahrii, O. Sobko, O. Barmak // CEUR Workshop Proceedings. – 2024. – Vol. 3688. – S. 16–28
2. Park A.H. Machine learning models predict PTSD severity and functional impairment: A personalized medicine approach for uncovering complex associations among heterogeneous symptom profiles / A.H. Park, H. Patel, J. Mirabelli, S.J. Eder, D. Steyerl, B. Lueger-Schuster, F. Scharnowski, C. O'Connor, P. Martin, R.A. Lanius, M.C. McKinnon, A.A. Nicholson // Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy. – 2023.
3. Zalutka O. Method for Sentiment Analysis of Ukrainian-Language Reviews in E-Commerce Using RoBERTa Neural Network / O. Zalutka, M. Molchanova, O. Sobko, O. Mazurets, O. Pasichnyk, O. Barmak, I. Krak // CEUR Workshop Proceedings. – 2023. – Vol. 3387. – S. 344–356.
4. Browning L. The Current State of Digital Technologies for the Treatment and Management of PTSD – A Look into the Future of Psychiatry / L. Browning, I. Rashid, A. Javanbakht // Preprints. – 2024.
5. Quillivic R. Interdisciplinary approach to identify language markers for post-traumatic stress disorder using machine learning and deep learning / R. Quillivic, F. Gayraud, Y. Auxéméry, L. Vanni, D. Peschanski, F. Eustache, J. Dayan, S. Mesmoudi // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – S. 12468.
6. Papini S. Development and Validation of a Machine Learning Prediction Model of Posttraumatic Stress Disorder After Military Deployment / S. Papini, S.B. Norman, L. Campbell-Sills, X. Sun, F. He, R.C. Kessler, R.J. Ursano, S. Jain, M.B. Stein // JAMA Network Open. – 2023. – Vol. 6, № 6.
7. Aya PTSD. [Elektronnyi resurs]. – Kaggle. – Rezhym dostupu: <https://www.kaggle.com/datasets/abdelrahmanahmed3/aya-ptsd> (data zvernennia: 22.11.2024).
8. Human Stress Prediction [Elektronnyi resurs]. – Kaggle. – Rezhym dostupu: <https://www.kaggle.com/datasets/kreeshrajani/human-stress-prediction/data> (data zvernennia: 22.11.2024).
9. Mazurets O.V. Pidkhid do zbilshennia rozmirnosti vkhidnykh danykh dlia neiromerezhevoho prohnnozuvannia znachen pokaznykiv epidemiolohichnoi nebezpeky / O.V. Mazurets, O.M. Ovcharuk // Materialy VIII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Perspektyvy suchasnoi nauky: teoriia i praktyka». – 2024. – S. 192–198.