УДК 004.8

Блажук В.Д., Подгорнюк І.О., Мазурець О.В., Залуцька О.О.

Хмельницький національний університет

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕМОЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ЗА ТЕКСТОВИМИ ПОВІДОМЛЕННЯМИ ЗАСОБАМИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ

Запропоновано метод визначення емоційних складових за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови, який здатен формувати перелік числових оцінок прояву емоційних складових та визначати домінантну емоцію текстового повідомлення, формуючи експертний висновок, щодо намірів спілкування на основі визначеної домінантної емоції з експертним описом домінантної емоції.

A method of determining the emotional components of text messages by means of natural language processing is proposed, which is capable of forming a list of numerical evaluations of the manifestation of emotional components and determining the dominant emotion of a text message, forming an expert opinion on communication intentions based on the determined dominant emotion with an expert description of the dominant emotion.

Природа виникнення та інтенсивність прояву емоцій залежить від багатьох компонентів. Наприклад, внутрішні переживання та відчуття людини, можна віднести до суб'єктивного компоненту, адже для кожного це все є індивідуальним та залежить від особистого досвіду суб'єкта. До фізіологічного компоненту можна віднести реакції організму на певний емоційний стан, такі як прискорене серцебиття або зміна дихання. Також, є когнітивний компонент, який включає оцінку ситуації, що викликала емоцію з метою інтерпретувати та пояснити відчуття. Зовнішній прояв емоцій, який включає в себе міміку, жестикулювання та зміни в голосі – це поведінковий компонент, який допомагає людям розуміти прояви емоцій одне одного. Останній компонент – це мотиваційний компонент, який характеризується тим, що емоції часто спонукають людей до певних дій, наприклад, страх змушує людину тікати [2]. Усі описані компоненти взаємодіють між собою, формуючи індивідуальний досвід людини, щодо сприйняття та вираження емоцій. Також, сукупність описаних компонентів визначає те, які саме емоції відчуватиме людина стосовно тієї чи іншої ситуації.

Існує декілька класифікацій емоцій. Найпростішою є бінарна класифікація, відповідно до якої емоції поділяються на позитивні та негативні [1]. Часто, ця класифікація доповнюється третім класом – нейтральними емоціями. Такий підхід часто використовується для визначення емоційного забарвлення тексту за шкалою позитивності та негативності.

Крім простої бінарної класифікації є й більш складніші теорії поділу емоцій. Одну із найвідоміших класифікацій емоцій запропонував американський психолог Пол Екман, відповідно до якої існує шість базових емоцій: радість, здивування, страх, гнів, відраза, сум (Рисунок 1) [2]. Ці емоції можна вважати універсальними для кожної людини, незалежно від статі, віку, культури чи релігійних поглядів. Проте, суб'єктивні, фізіологічні, когнітивні та поведінкові прояви можуть відрізнятись залежно від індивідуальних характеристик людини.

Рисунок 1 – Класифікація емоцій запропонована Полом Екманом [2]

Першою емоцією є радість (joy), яка в бінарній класифікації відноситься до позитивних емоцій. Радість виникає коли людина переживає приємні події. Радість супроводжується відчуттям щастя, задоволення, комфорту та спокою. Фізіологічними проявами радості є посмішка, енергійність, відчуття тепла по всьому тілу. Відчуваючи радість людина може прагнути поділитись цим відчуттям з іншими, тому значно підвищується соціальна активність, що мотивує людину до пошуку нового позитивного досвіду [3].

Наступною емоцією є здивування (surprise), яке важко однозначно розділити на позитивне чи негативне, адже це залежить від ситуації. Здивування – це реакція людини на щось несподіване або нове. Фізіологічними проявами здивування можуть бути розширені очі, підняті брови, прискорене серцебиття. В стані здивування людина намагається зрозуміти, що відбувається, аналізуючи ситуацію, яка призвела до цього стану [3].

Страх (fear) – це, однозначно, негативна емоція, яка виникає у випадку виникнення загрози, як реальної так і уявної. Ця емоція є захисною реакцією на небезпеку, з метою уникнути її. Страх характеризується прискореним серцебиттям, напруженням м'язів, відчуттям холоду або тремтіння. Відчуваючи страх людина фокусується на загрозі та обдумує шляхи уникнення небезпеки [3].

Сильною негативною емоцією є гнів (anger). Гнів може бути реакцією на якісь негативні події, несправедливі ситуації, відчуття безсилля стосовно чогось, роздратування кимось. Часто, відчуття гніву змушує людей будь-якою ціною позбутись причини, яка викликає цю емоцію. Інколи, це призводить до агресивної та неконтрольованої поведінки стосовно інших людей [3].

Відраза (disgust) – це ще одна негативна емоція, яка є реакцією на щось неприємне або огидне. Відраза подібна до страху, адже також є захисним механізмом людини, який допомагає уникнути потенційно шкідливих та небезпечних речовин чи речей. Проявами відрази може бути зморщене обличчя, відведення погляду, відчуття нудоти та бажання позбутись об'єкту, який викликає ці відчуття [3].

Останньою емоцією у класифікації Пола Екмана є сум (sadness). Сум – це, також, негативна емоція, яка виникає внаслідок негативних подій, таких як втрата, невдача, розчарування, відчуття безпомічності. Сум може бути тривалим та негативно впливати та емоційний стан людини. Люди, які довгий час знаходяться в сумному стані, часто бувають відсторонені, неактивні та бажають проводити більше часу на одинці. Сум це небезпечна емоція, яка може призвести до депресії та інших психічних розладів [3].

Визначення емоційних складових та намірів спілкування у текстових повідомленнях потребує використання технологій обробки природної мови (Natural Language Processing) [4, 5]. Обробка природної мови (NLP) – це галузь штучного інтелекту, яка відповідає за розробку та використання методів та алгоритмів автоматизованого аналізу природної мови, використовуючи комп'ютерні пристрої [6]. Основна мета фахівців з NLP – навчити електронні пристрої (комп'ютери, телефони та інші смарт гаджети) розуміти та генерувати природну мову на рівні людини, щоб забезпечити зручну та ефективну взаємодію людини з технікою [7, 8]. Використання технологій NLP дозволяє автоматизувати процес аналізу текстової інформації, включаючи визначення емоційних складових та намірів спілкування [9].

Новітні технології NLP використовують різні підходи для вирішення задач, пов'язаних із визначенням емоційних складових та намірів спілкування, включаючи: лексичні методи, методи на основі правил, машинне навчання та глибоке навчання [10, 11].

Лексичні методи визначення емоційних складових та намірів спілкування у текстових повідомленнях полягають у використанні словників емоційних слів та фраз, де кожна текстова одиниця має конкретну емоційну вагу. Прикладом такого словника може бути словник тональності для бінарної класифікації в якому слова класифікуються за позитивним та негативним забарвленням. Проте, існують

словники, де слова класифікуються за шістьма базовими емоціями. При використанні словників важливо пам'ятати, що для кожної мови такий словник відрізнятиметься, адже при визначенні емоційного забарвлення варто враховувати стилістичні особливості мови, наприклад ідіоми [12].

Методи на основі правил використовують конкретні правила та шаблони, за допомогою яких визначається, як певні текстові одиниці впливають на емоційне забарвлення всього текстового повідомлення. Наприклад, використання підсилюючих слів може впливати на загальне емоційне забарвлення («дуже засмучений» матиме більшу негативну вагу ніж просто «засмучений»). Деякі з таких правил можуть бути універсальними для більшості мов. Проте, при створенні набору правил варто враховувати особливості кожної мови окремо [13].

Метою роботи є вирішення задачі визначення емоційних складових спілкування за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови, що дозволяє для обраного досліджуваного тексту з використанням моделі глибокого навчання отримувати вихідні дані у вигляді визначеної емоційної складової.

Метод визначення емоційних складових та намірів спілкування за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови складається з трьох послідовних кроків (Рисунок 2). На першому кроці відбувається підготовка текстового повідомлення для аналізу. На другому кроці, на основі підготовленого текстового повідомлення визначається домінантна емоція. На останньому третьому кроці формується експертний висновок щодо намірів спілкування в залежності від раніше визначеної домінантної емоції текстового повідомлення [14]. Вхідними даними для роботи методу є текстове повідомлення для аналізу, навчена модель глибокого навчання mBERT для навчання якої використовується підготовлений датасет, та набір правил для формування експертного висновку.

Текстовим повідомленням для аналізу є будь-який текст, який користувач застосунку захоче проаналізувати. Краще за все, обирати такі тексти в яких добре прослідковується вираження емоцій. Такими текстами зазвичай є відгуки на товари чи послуги в засобах електронної комерції, або коментарі та дописи в соціальних мережах. Адже, саме в таких текстових повідомленнях люди найчастіше виражають своє ставлення до чогось, тому вони наповнені емоційно забарвленою лексикою.

mBERT – це потужна багатомовна модель глибокого навчання на основі архітектури трансформерів, яка добре підходить для вирішення NLP завдань, зокрема для визначення емоційних складових у текстових повідомленнях. Хоча модель mBERT вже навчена на великих корпусах даних, щоб адаптувати її під конкретне завдання потрібно провести додаткове навчання на підготовленому датасеті. Для методу визначення емоційних складових та намірів спілкування за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови буде використовуватись датасет, який міститиме текстові повідомлення поділенні на 6 базових емоцій: радість, здивування, гнів, страх, відраза, сум. Також, буде створено набір правил за якими формуватиметься експертний висновок, щодо намірів спілкування.

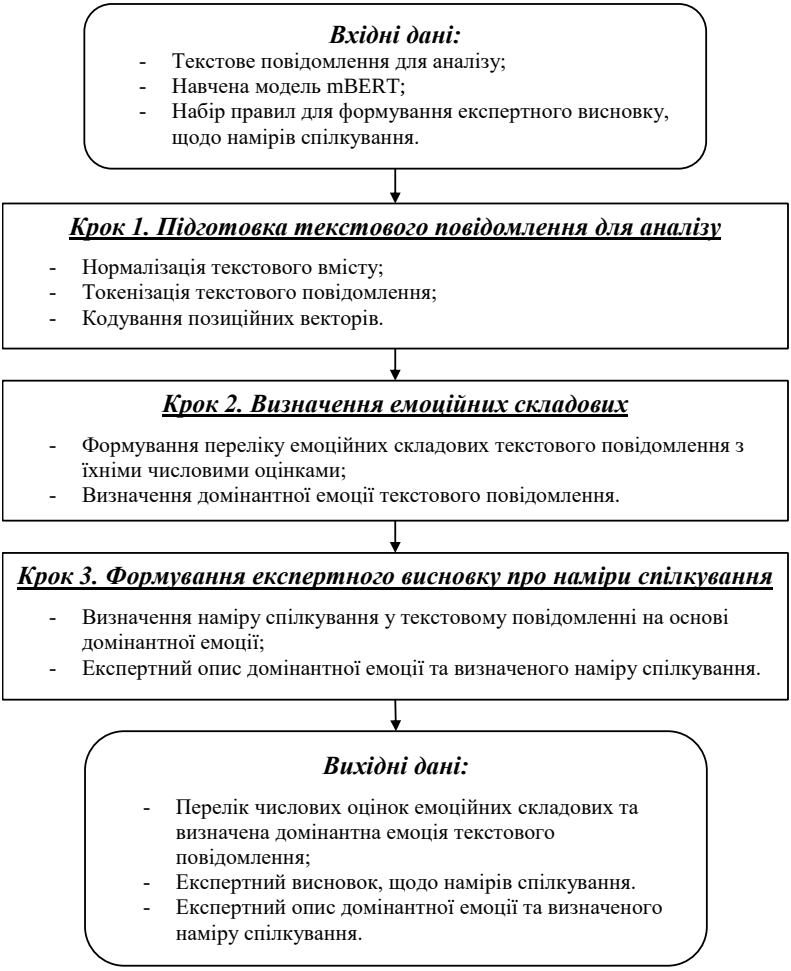

Рисунок 2 – Схема методу визначення емоційних складових та намірів спілкування за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови

Отож, спочатку необхідно адаптувати модель mBERT для вирішення завдання визначення емоційних складових та намірів спілкування за текстовим повідомленням. Для цього, потрібно провести додаткове навчання моделі на заздалегідь підготовленому наборі даних, який містить тексти з мітками. Оскільки, обраний датасет складається з англомовних повідомлень, виникає необхідність в

використанні засобів машинного перекладу для перекладу датасету на українську мову. Таким чином, модель навчатиметься на україномовних текстових повідомленнях. Під час додаткового навчання модель навчатиметься розрізняти тексти за емоційними складовими та намірами спілкування.

Хоча модель mBERT є дуже гнучкою та може працювати з текстами без ретельної попередньої обробки, все ж необхідно провести деякі підготовці операції з вхідним текстом, які зроблять його зрозумілішим для моделі.

Спочатку, необхідно провести нормалізацію тексту, яка передбачає приведення слів в нижній регістр та видалення непотрібних символів і знаків. Приведення слів до нижнього регістру необхідне для того, щоб уникнути обробки одних і тих самих слів, написаних у різних регістрах. Видалення зайвих символів таких як розділові знаки або спеціальні символи, дозволить моделі фокусуватись лише на важливих частинах текстового повідомлення.

Після цього, проводиться токенізація текстових повідомлень. Модель mBERT має вбудований токенізатор, який не потребує додаткових налаштувань. Токенізатор ділить текст на менші одиниці, які називаються токени. Це один з найважливіших кроків попередньої обробки текстових повідомлень, тому що текст перетворюється у зрозумілий для моделі формат. Варто відміти, що токенізація в mBERT може розбивати текст не лише на окремі слова а й на частини слів, що дозволяє моделі краще розпізнавати нові або незвичні для неї слова, розбиваючи їх на більш знайомі частини. Наприклад слово «неконтрольований» може бути токенізоване на такі частини: «не», «контроль» та «ований».

На завершення, необхідно провести кодування позиційних векторів. Кодування позиційних векторів означає те, що кожен токен кодується в числовий індекс, за допомогою якого запам'ятовується його положення в тексті. Саме ці індекси стають вхідними даними для моделі mBERT. Кодування позиційних векторів є дуже важливим кроком по підготовці текстів для навчання, оскільки інформація про порядок слів у текстовому повідомленні є критично необхідною для розуміння контексту.

Часто, попередня обробка тексту може включати такі кроки, як видалення стоп-слів та лематизацію. Стоп-слова – це загальні слова, які не додають значущого сенсу для змісту тексту («і», «або», «але»). Проте, для моделі mBERT видалення стоп-слів не є обов'язковим, адже вона може навчитись ігнорувати зайвий шум самостійно. Щодо лематизації, то це процес зведення слів до їхньої базової форми (наприклад, «бігаю», «бігати» та «біг» зводяться до форми «бігати»). Моделі глибокого навчання здатні розпізнавати семантичні зв'язки навіть у різних формах слова, тому, для моделі mBERT можна обійтись без лематизації.

Після того як текстові повідомлення пройшли попередню обробку відбувається навчання моделі. Навчена модель здатна визначати емоційні складові та наміри спілкування вхідного текстового повідомлення.

Отже, на першому кроці методу відбувається підготовка текстового повідомлення для аналізу. Для цього, текстове повідомлення проходить ті ж самі

кроки попередньої обробки, що й текстові повідомлення із датасету на яких відбувалось навчання моделі. Ці кроки включають: нормалізацію, токенізацію та кодування позиційних векторів.

На другому кроці методу на основі обробленого вхідного текстового повідомлення відбувається формування переліку емоційних складових та визначення домінантної емоції. Сформований перелік складається з числових оцінок прояву кожної з шести базових емоцій. За домінантну емоцію приймається емоція з найбільшою числовою оцінкою.

На третьому кроці методу відбувається формування експертного висновку щодо намірів спілкування на основі визначеної домінантної емоції вхідного текстового повідомлення. Наприклад, якщо домінантною емоцією є гнів, то наміром спілкування може бути: роздратування, розчарування чи, навіть, погроза. Для визначення намірів спілкування модель окремо навчається на підготовлених наборах даних для кожної домінантної емоції. Також, формується експертний опис домінантної емоції та визначеного наміру спілкування.

В результаті виконання вказаної послідовності кроків, буде отримано такі вихідні дані роботи методу визначення емоційних складових та намірів спілкування за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови:

– перелік числових оцінок емоційних складових та визначена домінантна емоція текстового повідомлення;
– експертний висновок, щодо намірів спілкування;
– експертний опис домінантної емоції та визначеного наміру спілкування.

Таким чином, було розроблено метод визначення емоційних складових за текстовими повідомленнями засобами обробки природної мови, який здатен формувати перелік числових оцінок прояву емоційних складових та визначати домінантну емоцію текстового повідомлення, формуючи експертний висновок, щодо намірів спілкування на основі визначеної домінантної емоції з експертним описом домінантної емоції.

Перелік посилань

1. Nandwani P., Verma R. A review on sentiment analysis and emotion detection from text. Social network analysis and mining. 2021. №11.
2. Shiota M. N. Basic and discrete emotion theories. Emotion Theory: The Routledge Comprehensive Guide. Routledge. 2024. pp. 310–330
3. Alexander R., Aragón O. R., Bookwala J., Cherbuin N., Gatt J. M., Kahrilas I. J., Styliadis C. The neuroscience of positive emotions and affect: Implications for cultivating happiness and wellbeing. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. Volume 121. 2021 pp. 220–249.
4. Eben C., Billieux J., Verbruggen F. Clarifying the role of negative emotions in the origin and control of impulsive actions. Psychologica Belgica, 60.1. 2020. pp. 1–17.
5. Мазурець О.В., Віт Р.В. Дослідження ефективності методу виявлення цільових об'єктів предметної області. Інформаційні технології і автоматизація. Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції. 31 жовтня – 1 листопада 2024 р. Одеса, ОНТУ. 2024. С.650-653.

6. Mazurets O., Tymofiiev I., Dydo R. Approach for Using Neural Network BERT-GPT2 Dual Transformer Architecture for Detecting Persons Depressive State. Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche. Raccolta di articoli scientifici con gli atti della VI Conferenza scientifica e pratica internazionale. 15 novembre, 2024. Bologna, Repubblica Italiana. 2024. Pp. 147-151.
7. Мазурець О.В., Молчанова М.О., Кліменко В.І., Собко О.В., Супрун П.К. Даталогічна модель бази даних для виявлення гендерної приналежності за SVM-аналізом дописів інтернет-мереж з використанням об'єктно-орієнтованого проєктування. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2024. №3, Т.2 (337). С. 197-204.
8. Mazurets O., Molchanova M., Klimenko V., Prosvitliuk M Practice Implementation of Neural Network Model BART-Large-CNN for Text Annotation. Prospects of Scientific Research in the Conditions of the Modern World. Proceedings of XXVII International scientific and practical conference. June 12-14, 2024. Rotterdam, Netherlands. 2024. Pp. 97-102.
9. Sobko O., Mazurets O., Didur V., Chervonchuk I. Recurrent Neural Network Model Architecture for Detecting a Tendency to Atypical Behavior Of Individuals by Text Posts. Theoretical and Practical Aspects of Modern Research. Proceedings of XXVI International scientific and practical conference. June 5-7, 2024. International Scientific Unity. Ottawa, Canada. 2024. Pp. 113-117.
10. Mazurets O.V., Sobko O.V., Molchanova M.O., Zalutska O.O., Yurchak A.V. Practical Implementation of Neural Network Method for Stress Features Detection by Social Internet Networks Posts. Global Science: Prospects and Innovations. Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference «Scientific Review of the Actual Events, Achievements and Problems». May 31, 2024. Berlin, Federal Republic of Germany: International Center of Scientific Research. 2024. Pp. 160-167.
11. Molchanova M., Mazurets O., Sobko O., Boiarchuk I. Object-Oriented Approach for Ethnic Enmity Detection in Text Messages by NLP. Proceedings of XXI International Scientific and Practical Conference «Scientific Achievements and Innovations as a Way to Success». May 1-3, 2024. Vilnius, Lithuania. 2024. Pp. 73-77.
12. Молчанова М.О., Мазурець О.В., Собко О.В., Кліменко В.І., Андрощук В.І. Метод нейромережевого виявлення кібербулінгу з використанням хмарних сервісів та об'єктно-орієнтованої моделі. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2024. №2 (333). С. 200-206.
13. Залуцька О.О., Молчанова М.О., Віт Р.В., Мазурець О.В. Конфігурування нейронної мережі для класифікації емоційної тональності текстової інформації за показниками семантичної зв'язності. Збірник наукових праць за матеріалами XV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2023». Хмельницький, 2023. с. 102-107.
14. Blazhuk V., Mazurets O., Zalutska O. An Approach to Using the mBERT Deep Learning Neural Network Model for Identifying Emotional Components and Communication Intentions. The Impact of Scientific Research on the Development of the Modern World. Proceedings of the XLIV International scientific and practical conference. October 23-25, 2024. Dubrovnik, Croatia. 2024. Pp. 79-84.