ВІДГУК

офіційного опонента - провідного наукового співробітника відділу теорії моделювання Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника Давиденка Анатолія Миколайовича,
на дисертаційну роботу Терейковської Людмили Олексіївни на тему: «Методологія автоматизованого розпізнавання емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології

Актуальність теми дослідження.

У наш час засоби автоматизованого розпізнавання емоційного стану людини знаходять все більш широкого розповсюдження в інформаційних системах різноманітного призначення для встановлення взаємозв'язку між користувачем та системою по невербальному каналу комунікації. Підґрунтям застосування таких засобів є відомий факт про те, що в процесі спілкування від 40 до 80 % інформації передається за невербальним контентом, що виражається за допомогою виразу обличчя, пози, жестів та голосу людини. Все це свідчить про перспективність впровадження засобів розпізнавання емоційного стану в систему дистанційного навчання. В першу чергу вказані засоби могли б бути використані для зменшення учбового навантаження на викладачів за рахунок адаптації навчальної траєкторії до розпізнаного емоційного стану слухача, що на думку багатьох вчених, характеризує його здатність до засвоєння навчальних матеріалів. Разом з тим, в поширених системах дистанційного навчання функціональні можливості, пов'язані з розпізнаванням емоційного стану, відсутні. Відомо лише про експериментальні спроби застосування засобів аналізу деяких біометричних параметрів, які в основному обмежуються розпізнаванням ступеню уваги студента на тому чи іншому концепті навчальних матеріалів.

КАНЦЕЛЯРІЯ НТУ
Вх. № 01/49
«30» 01 2023 р.

До основних причин вкрай низької поширеності засобів розпізнавання емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання слід віднести новизну проблематики їх створення, відсутність єдиного підходу до розробки, закритий характер та високу вартість відомих засобів розпізнавання емоцій. Також слід враховувати, що прогрес в області нейромережевих технологій, на яких базуються сучасні засоби розпізнавання, призводить до можливості їх суттєвого вдосконалення за рахунок використання нових архітектурних рішень, що в свою чергу потребують певного пристосування до особливостей аналізу зареєстрованих біометричних параметрів слухача. Тому дисертаційна робота Терейковської Л.О., що присвячена розв'язанню науково-прикладної проблеми, пов'язаної з розпізнаванням емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання шляхом розробки відповідної методології, що базується на нейромережевих методах і моделях аналізу біометричних параметрів, є актуальною.

Мета та наукова новизна дисертаційної роботи.

Метою роботи є розв'язання науково-прикладної проблеми, пов'язаної з розпізнаванням емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання шляхом розробки відповідної методології, що базується на нейромережевих методах і моделях аналізу біометричних параметрів та орієнтованої на створення відповідних засобів, які розширюють функціональні можливості системи дистанційного навчання.

Для досягнення мети в роботі запропоновані такі наукові положення та результати:

1. Вперше розроблено методологію автоматизованого розпізнавання емоційного стану, що базується на інтегрованому застосуванні відомих та запропонованих підходів, моделей та методів нейромережевого аналізу біометричних параметрів. Використання методології забезпечує можливість створення ефективних інструментальних засобів розпізнавання емоційного стану, які розширюють функціональні можливості системи дистанційного навчання.

2. Вперше розроблено концептуальну модель розпізнавання емоційного

стану слухачів системи дистанційного навчання, яка дозволила конкретизувати операції нейромережевого аналізу біометричних параметрів та обґрунтувати перелік параметрів оцінки ефективності розпізнавання. Використання концептуальної моделі забезпечує формалізований опис напрямків досліджень з розробки відповідних засобів автоматизованого розпізнавання.

3. Вперше розроблено метод формування вхідного поля нейромережевої моделі аналізу клавіатурного почерку слухача системи дистанційного навчання, що передбачає подання параметрів клавіатурного почерку у вигляді кольорового рисунку, придатного для аналізу за допомогою згорткової нейронної мережі. Використання методу забезпечує можливість ефективного розпізнавання емоцій та особи слухача системи дистанційного навчання за клавіатурним почерком.

4. Вперше розроблено метод формування вхідного поля нейромережевої моделі аналізу голосового сигналу, що передбачає: застосування процедур перевірки характеристик клієнтського апаратно-програмного забезпечення; валідації величин зареєстрованих параметрів; перевірки відсутності багатоголосся та часу реверберації; приведення параметрів голосового сигналу; адаптацію параметрів голосового сигналу до аналізу згортковою нейронною мережею. Використання методу забезпечує можливість ефективного розпізнавання емоцій та особи слухача системи дистанційного навчання за голосом.

5. Удосконалено підходи до визначення конструктивних параметрів, навчання та мінімізації ресурсоємності нейромережевих моделей, що забезпечили теоретичне обґрунтування діапазону значень вказаних параметрів, кодування очікуваного вихідного сигналу навчальних прикладів із можливістю врахування близькості еталонів класів, навчання нейромережевої моделі з використанням експертних даних, обґрунтованої мінімізації кількості вхідних параметрів. Використання даних підходів дає можливість розробки ефективних методів формування вхідного поля нейромережевої моделі та методів нейромережевого розпізнавання емоцій та особи слухача системи дистанційного навчання.

6. Удосконалено метод формування вхідного поля нейромережевої моделі

аналізу біометричних параметрів, асоційованих з зображеннями, що передбачає адаптацію процедур, пов'язаних з обробкою зображень, нівелюванням впливу типових завад та процедур визначення параметрів ключових і контрольних точок, до вимог нейромережевого аналізу зображень обличчя, вушної раковини, райдужної оболонки ока, сітківки ока та відбитку пальця в системі дистанційного навчання. Використання методу забезпечує можливість ефективного розпізнавання емоцій та особи слухача системи дистанційного навчання за біометричними параметрами, асоційованими з зображеннями.

7. Удосконалено метод розробки архітектури згорткової нейронної мережі, призначеної для аналізу біометричних параметрів, який передбачає використання запропонованих критеріїв ефективності та принципів адаптації конструктивних параметрів нейронної мережі до умов системи дистанційного навчання. Використання методу дозволяє зменшити обсяг експериментальних досліджень, пов'язаних з розробкою архітектури згорткової нейронної мережі.

8. Удосконалено метод нейромережевого розпізнавання емоцій, що передбачає застосування запропонованих рішень щодо формування вхідного поля та архітектури нейромережевої моделі для аналізу зображення обличчя, голосового сигналу, клавіатурного почерку та рішень щодо відображення у вихідному полі нейромережевої моделі схожості еталонів емоцій. Використання методу дозволяє за прийнятної ресурсоємності підвищити точність розпізнавання емоцій слухача системи дистанційного навчання за зображенням обличчя, голосовим сигналом та клавіатурним почерком слухача.

9. Отримали подальший розвиток моделі обробки біометричних параметрів, асоційованих з зображеннями, що дозволили врахувати особливості реєстрації зображень в умовах системи дистанційного навчання та вимоги до підготовки вхідних даних згорткової нейронної мережі. Вказані моделі забезпечили теоретичний базис розробки методу формування вхідного поля нейромережевих моделей аналізу біометричних параметрів, асоційованих з зображеннями.

10. Отримав подальший розвиток метод застосування вейвлет-перетворень для фільтрації вхідного поля нейромережевої моделі аналізу біометричних параметрів, асоційованих з зображеннями, що включає

процедуру фільтрації на основі інтеграції вейвлет-коефіцієнтів, розрахованих з використанням ефективного типу базисного вейвлету для послідовно зареєстрованих зображень. Використання методу забезпечує можливість фільтрації завад, типових для умов системи дистанційного навчання.

11. Отримав подальший розвиток метод формування навчальних прикладів для нейромережевої моделі аналізу біометричних параметрів, що включає процедуру обробки навчальних прикладів ймовірнісною нейронною мережею, яка дозволяє врахувати в очікуваному вихідному сигналі близькість еталонів визначених класів. Використання методу забезпечує можливість зменшення ресурсоємності процесу навчання.

Зв'язок теми дисертації з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана за планами наукової та науково-технічної діяльності Київського національного університету будівництва і архітектури та є частиною досліджень в рамках науково-дослідних робіт: «Теоретичні основи інформаційної технології розпізнавання психоемоційного стану слухачів системи дистанційного навчання» (номер державної реєстрації №ДР 0121U110668), «Нейромережеві методи, моделі та засоби інформаційної технології управління емоційним станом слухачів системи дистанційного навчання» (номер державної реєстрації №ДР 0122U001768), «Методи та засоби розпізнавання емоцій диктора» (номер державної реєстрації №ДР 0121U110859). Також матеріали та результати дисертації використано в Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" при виконанні держбюджетної теми «Методи, моделі та комп'ютерні засоби виявлення деструктивного впливу в медіапросторі» (номер державної реєстрації №ДР 0121U110662).

Практичне значення одержаних авторкою наукових результатів.

Розроблена на базі запропонованої методології архітектура системи автоматизованого розпізнавання емоційного стану може бути використана в якості основи розробки засобів розпізнавання емоцій, емоційного стану та особи слухача.

Розроблене інструментальне забезпечення може бути використане для створення окремих модулів, що реалізують розпізнавання емоцій та особи користувача інформаційної системи за голосовим сигналом, зображенням обличчя та клавіатурним почерком.

Розроблене програмне забезпечення дало можливість розпізнавання емоційного стану та можливість підвищити оперативність створення алгоритмів функціонування програмних засобів аналізу біометричних параметрів користувачів інформаційних систем (акти впровадження в діяльність Київського національного університету будівництва і архітектури впровадження від 16.05.2022, 19.05.2022, 20.05.2022 та акт впровадження в діяльність Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" від 18.05.2022).

Результати досліджень впроваджено в навчальний процес Київського національного університету будівництва і архітектури (акт впровадження від 23.05.2022), Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (акт впровадження від 25.05.2022) та Національного авіаційного університету (акт впровадження від 26.05.2022).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані теоретичними та експериментальними дослідженнями, проведеними здобувачкою. Обґрунтованість та достовірність представлених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і рекомендацій полягає у: комплексному підході до вирішення поставлених наукових завдань, що в сукупності дозволило побудувати методологію автоматизованого розпізнавання емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання; коректному застосуванні методів теорії нейронних мереж, цифрової обробки сигналів, біометрії та ін. Представлена дисертаційна робота характеризується грамотним, послідовним і системним викладом матеріалу та основі належного наукового обґрунтування. Чітко

прослідковується авторська позиція та логічна завершеність роботи. Одержані в процесі наукового дослідження результати є достовірними.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.

Основні результати за темою дисертаційної роботи достатньо повно відображені в 66 наукових працях, з них: 1 монографія, 15 наукових статей в міжнародних виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних Scopus та Web of Science, 24 наукові статті у фахових наукових журналах України, 24 тези доповідей наукових конференцій, 8 з яких проіндексовані в базах даних Scopus та Web of Science.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Оцінка змісту дисертаційної роботи показала, що дисертація є завершеним науковим дослідженням, яке виконане авторкою особисто на належному науковому рівні. Робота оформлена згідно встановлених вимог МОН України та за своїм змістом і отриманими результатами відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – Інформаційні технології.

Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно, логічно і грамотно.

Автореферат дисертації достатньо повно розкриває її зміст.

Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам, що висуваються до наукових праць.

Недоліки та зауваження.

В дисертаційній роботі Терейковської Л.О., є певні недоліки та зауваження:

1. В запропонованому методі розробки архітектури згорткової нейронної мережі (в четвертому розділі дисертації) врахована можливість застосування лише класичних типів нейронів, що має вплин на ефективність побудованої нейронної мережі.
2. В дисертації запропоновано для розпізнавання особи слухача використовувати відбитки пальців. Однак вимоги до сканеру відбитків пальців не розкрито в достатньої мери, що може привести до

критичного зниження рівня безпеки.

3. Із тексту дисертації, що присвячений запропонованому методу формування вхідного поля нейромережевої моделі аналізу клавіатурного почерку, не зовсім зрозуміла можливість врахування особливостей віртуальної клавіатури.
4. В запропонованому методі формування вхідного поля нейромережевої моделі аналізу голосового сигналу (п. 3.4. дисертаційної роботи) передбачено характеризувати піддослідний голосовий сигнал лише за допомогою мел-кепстральних коефіцієнтів, що звужує інформативність результатів застосування методу.
5. Не повністю зрозуміло, чому в дисертаційній роботі при проведенні експериментів для оцінки точності нейромережевих моделей не застосовано коефіцієнт Дайтса та коефіцієнт Жаккара, що широко використовуються для оцінки точності згорткових нейронних мереж.
6. Запропонований метод нейромережевого розпізнавання емоцій не передбачає вербалізацію нейромережевої моделі, що не дозволяє сформувати набір явних правил для визначення емоцій слухача системи дистанційного навчання.

Разом з тим, наведені зауваження не впливають на головні наукові та прикладні результати дисертаційної роботи, а тому принципово не знижують її високої оцінки та загальне позитивне враження.

Висновок. Дисертаційна робота Терейковської Людмили Олексіївни є завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачкою особисто, що містить висунуті авторкою науково обґрунтовані теоретичні результати і наукові положення, які в сукупності вирішують актуальну науково-прикладну проблему, що полягає у розробці методології автоматизованого розпізнавання емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання, що базується на нейромережевих методах і моделях аналізу біометричних параметрів та орієнтована на створення відповідних інструментальних засобів, які розширюють функціональні можливості системи дистанційного навчання.

За актуальністю, ступенем новизни та практичною цінністю дисертаційна робота Терейковської Л.О. на тему: «Методологія автоматизованого розпізнавання емоційного стану слухачів системи дистанційного навчання» відповідає вимогам пунктів 7 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» (затвердженого постановою КМУ №1197 від 17.11.2021 р.), а її авторка Терейковська Людмила Олексіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальності 05.13.06 – Інформаційні технології.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, старший
науковий співробітник, провідний
науковий співробітник відділу теорії
моделювання Інституту проблем
моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України Анатолій ДАВИДЕНКО

Підпис Давиденка А.М. засвідчую
Заступник директора з
науково-організаційної роботи Володимир АРТЕМЧУК

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ ім. Г.Є.Пухова
Ідентифікаційний код 05516949
м.Київ