

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
д.т.н., професору Яковині Віталію Степановичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

докторки технічних наук, професорки Говорущенко Тетяни
Олександрівни на дисертаційну роботу **Худоби Богдана Петровича** на
тему: «Методи та засоби аналізу параметрів оператора з використанням
комп'ютерних тренажерів», представлену на здобуття наукового
ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології»
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації

Наразі суспільство потребує підготовлених кваліфікованих операторів для автоматизованих систем, авіації та інших сфер критичної діяльності. Швидкий технологічний розвиток та зростаюча складність завдань вимагають нових стратегій у навчанні та атестації таких фахівців.

У сучасному, орієнтованому на технології, світі роль оператора в автоматизованих системах, у авіації та енергетиці має визначальне значення для забезпечення безпеки, ефективності та надійності процесів. З урахуванням постійно зростаючої складності викликів та завдань, що стоять перед операторами, важливість належної підготовки та оцінки професійних навичок операторів набуває критичного значення.

Комп'ютерні тренажери виконують важливу функцію у процесі навчання та підготовки операторів, проте існує потреба у розробці більш ефективних методів аналізу та відстеження реакцій операторів на реальні робочі ситуації. Врахування фізіологічних аспектів є важливим для глибшого розуміння реакцій операторів у стресових та високонавантажених умовах. Особливий інтерес представляє аналіз, наприклад, пульсу, який може слугувати індикатором рівня концентрації, стресу та ефективності виконання роботи.

Таким чином, дослідження в галузі розробки методів та засобів підготовки операторського персоналу за допомогою комп'ютерних тренажерів має стратегічне значення для забезпечення безпеки, ефективності та надійності у автоматизованих системах, авіації та інших стратегічних

сферах. Використання комп'ютерних тренажерів з цієї метою не тільки актуальне, але й вимагає постійного вдосконалення методів та засобів аналізу реакцій та параметрів операторів. Все це зумовлює актуальність теми дисертаційної роботи Худоби Богдана Петровича, присвяченої розв'язанню важливої та актуальної науково-практичної задачі розроблення моделей, методів та засобів для підвищення якості оцінювання та класифікації параметрів оператора та експрес оцінки операторського персоналу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт Національного університету «Львівська політехніка». Її зміст відповідає тематиці науково-дослідної держбюджетної роботи «Технології опрацювання мультимодальних україномовних даних для визначення рівня стресу» (державний реєстраційний номер 0123U100231) кафедри систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка».

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- уперше розроблено модель аналізу впливу потоку мікрострессорів на діяльність оператора, яка відрізняється від відомих використанням східцевих функцій, що дає можливість підвищити достовірність моделювання уваги та часу прийняття рішення оператора за рахунок більш адекватного урахування стресових факторів;

- удосконалено ієрархічний класифікатор визначення рівня стресостійкості оператора за рахунок попередньої кластеризації його параметрів та динамічного зважування виходів слабких класифікаторів ансамблю, що дало змогу підвищити індекс Джіні в батьківському вузлі та побудувати збалансоване дерево прийняття рішень при визначенні характеристик оператора;

- отримав подальший розвиток метод аналізу діяльності людини-оператора в системах пошуку об'єктів заданого класу, який відрізняється від існуючих урахуванням під час кластеризації показника Герста та фрактальної

розмірності, що дає можливість підвищити якість аналізу діяльності людини-оператора.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Худоби Б. П. достатньо обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, підкріплені успішною реалізацією, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами.

Обґрунтованість наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є достатньою і базується на детальному аналізі джерел за даною проблемою, чіткій постановці задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, правильним застосуванням математичного апарату при теоретичному розгляді наукових положень дисертації, а також проявляється у якісному та аргументованому формулюванні висновків.

Достовірність та обґрунтованість запропонованих методів і засобів підтверджується результатами експериментальних досліджень та коректним застосуванням методів, які були використані під час виконання роботи.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок. Тому можна стверджувати, що висновки та практичні рішення, отримані у роботі, коректні, достатньо обґрунтовані й можуть бути рекомендовані до використання.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Худоби Б.П. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Дисертація є завершеною дослідницькою роботою, яка містить анотацію, вступ, 4 розділи, висновки, список літератури та додатки. Логічна структура роботи визначається її метою та сформульованими науковими і практичними завданнями.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано

цілі та завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, презентовано дані про апробацію та публікацію результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі виконано детальний аналіз концепції комп'ютерного тренажеру та ролі людини-оператора в контексті даної проблематики. Проаналізовано наявні методи та інструменти для аналізу ключових параметрів оператора, включаючи застосування методу «людина в циклі». Здійснено систематизацію параметрів оператора на основі літературних джерел та їх можливостей оцінки за допомогою відомих методів. Окреслено та виокремлено параметри, які можна зібрати під час взаємодії оператора з розумними пристроями.

У другому розділі дослідження вивчено різноманітні методи та інструменти для аналізу параметрів оператора. Проаналізовано параметри оператора, які стосуються комп'ютерних тренажерів, та їх вплив на роботу, точність та ефективність процесу. Здійснений відбір ключових параметрів для подальшого дослідження їхнього впливу на результативність. Проведено докладний аналіз математичної моделі та концепції тесту для комп'ютерного тренажеру, визначено етапи пошуку об'єкта, складності його ідентифікації та обробки об'єкту пошуку. Розроблено комп'ютерний тренажер для аналізу параметрів оператора, представлено його основні характеристики, функціональні можливості та результати експерименту.

У третьому розділі роботи проведено класифікацію операторів згідно з їхніми параметрами на рівнях загального і деталізованого рівнів. Використано такі параметри, як фрактальна розмірність і показник Герста, для класифікації операторів. Проведено ранжування операторів в межах кластерів за допомогою методу багатовимірної середньої, що сприяло ефективному групуванню операторів та прогнозуванню їхньої ефективності. Виконано аналіз набору даних на предмет виявлення аномалій, а також побудовано гістограми їхнього розподілу. Побудовано графіки залежності від різних параметрів оператора.

У четвертому розділі роботи проведено проектування сховища даних, призначеного для зберігання параметрів оператора з метою подальшого аналізу, а також технічних даних, необхідних для отримання інформації з розумних пристроїв. Розроблено діаграму прецедентів, яка ілюструє основні сценарії використання системи комп'ютерного тренажеру та розподіл завдань

між оператором та адміністратором. Розроблено діаграму безсерверної архітектури для розгортання системи в хмарному сервісі Amazon Web Services, а також обґрунтовано вибір цієї архітектури для проєктованої системи.

У висновках описано результати проведених досліджень, які розкривають відповіді на усі поставлені у роботі задачі та завдання і за своїм рівнем відповідають вимогам до наукових результатів дисертаційної роботи.

Розглянувши результати перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Худоби Богдана Петровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Практичне значення одержаних результатів

Розроблені у дисертаційній роботі комп'ютерний тренажер і генератор тестових зображень, схема зберігання даних та архітектура системи можуть використовуватись для практичного дослідження параметрів оператора з використанням комп'ютерних тренажерів.

Запропоновані у роботі використовуються у ПП «Скіфи», впроваджені у навчальний процес Національного університету «Львівська політехніка» при викладанні дисципліни «Інтелектуальний аналіз даних», а також в держбюджетній темі «Інформаційна технологія формування психофізичного портрету в умовах стресових ситуацій» (державний реєстраційний номер 0119U002257).

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація написана логічно, доступно, на високому технічному рівні з використанням сучасної термінології. Матеріали дисертаційної роботи викладено послідовно, доступно для розуміння і сприйняття. Стиль мовлення задовольняє вимоги до текстів науково-технічного змісту. Текст дисертації в достатній мірі проілюстрований таблицями та рисунками, а також фрагментами програмного коду. Здобувач використовує загальноприйнятту термінологію. Дисертаційна робота має логічну структуру.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Нові наукові результати та положення повністю відображені у 7 наукових працях, із них 2 статті – у виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних (дві статті в журналах з Q2), 3 статті – у фахових виданнях України, 2 публікації – у збірниках наукових праць конференцій. Також результати дисертації були апробовані на 2 міжнародних науково-практичних конференціях.

Сумарно опубліковані праці віддзеркалюють повноту викладу результатів дисертаційної роботи. Науковий рівень публікацій – високий. У всіх публікаціях здобувачем дотримано принципи академічної доброчесності.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача. Кількість публікацій, їх повнота та обсяг у достатній мірі відображають особистий внесок автора і відповідають вимогам, що висувуються до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Незважаючи на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи, варто відзначити деякі недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. На мою думку, некоректно сформульовано мету дисертаційного дослідження, оскільки «розроблення моделей, методів машинного навчання та засобів...» є засобом досягнення мети, а не, власне, метою;

2. При формулюванні практичного значення одержаних результатів у Вступі (стор.17-18) здобувач лише констатує можливість подальшого використання розроблених ним комп'ютерного тренажера і генератора тестових зображень, схеми зберігання даних та архітектури системи, проте не зазначає ефект та кількісне значення ефекту, який забезпечили розроблені ним методи та засоби. Зважаючи на зазначене в меті «підвищення якості оцінювання та класифікації параметрів оператора та експрес оцінки операторського персоналу», здобувачу варто було б продемонструвати

кількісне чи принаймні якісне підвищення якості оцінювання та класифікації;

3. У підрозділі 2.1 (стор. 32-33) здобувач визначає ряд параметрів оператора, які використовуються ним для подальших досліджень, проте незрозуміло, чому саме такі параметри були обрані здобувачем, на основі яких критеріїв проводився їх відбір, чи розглядалась можливість використання інших параметрів тощо;

4. На рис. 3.3 (стор. 59) наведено матрицю невідповідностей (confusion matrix), проте в тексті дисертації відсутній опис, що означають її комірочки TP, TN, FP, FN в контексті даної дисертаційної роботи, у контексті розглядуваного класифікатора. Крім цього, на рисунку не підписані, власне, відомі метрики TP, TN, FP, FN, а наведені лише їх кількісні значення, що ускладнює розуміння коректності роботи класифікатора;

5. З тексту дисертації незрозуміло, чи здобувач оцінював датасет, для якого була сформована матриця невідповідностей (confusion matrix) на рис. 3.3, та інші використані датасети на баланс їх даних, на якість їх розмітки, на їх репрезентативність тощо, враховуючи, що отримані у матриці значення TP = 994 (правильно класифіковані відповіді *yes*) і TN = 269 (правильно класифіковані відповіді *no*) свідчать про певний дисбаланс даних;

6. З тексту дисертації незрозуміло, чи здобувач проаналізував причини чималої кількості некоректних класифікацій FP = 84 (неправильно класифіковані відповіді *yes*) і FN = 153 (неправильно класифіковані відповіді *no*) з матриці невідповідностей (confusion matrix), наведеної на рис. 3.3; варто було б розглянути такі приклади і визначити основні причини некоректних класифікацій;

7. На мою думку, здобувачу варто було б подумати над забезпеченням можливості автоматизації отримання даних навчання та ранжування операторів.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не применшують загальної наукової новизни і практичної значущості результатів дисертаційного дослідження та не впливають на загалом позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Худоби Богдана Петровича на тему «Методи та засоби аналізу параметрів

оператора з використанням комп'ютерних тренажерів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Худоба Богдан Петрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

Завідувачка кафедри комп'ютерної інженерії та
інформаційних систем

Хмельницького національного університету,
докторка технічних наук, професорка

 Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

«Підпис Говорущенко Тетяна Говорущенко»

Проректор з НР ХНУ



 Олег СИНЮК

01.04.2024