# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0421U102133

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 26-05-2021

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сіряк Ростислав Вікторович
2. Siriak Rostyslav V.

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** кандидат наук

**Аспірантура/Докторантура:** ні

**Шифр наукової спеціальності:** 05.13.06

**Назва наукової спеціальності:** Інформаційні технології

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 13-05-2021

**Спеціальність за освітою:** 7.05010202 Системне програмування

**Місце роботи здобувача:** Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

**Код за ЄДРПОУ:** 02070714

**Місцезнаходження:** проспект Центральний, буд. 59-а, м. Сєвєродонецьк, Луганська обл., 93400, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** К 29.051.16

**Повне найменування юридичної особи:** Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

**Код за ЄДРПОУ:** 02070714

**Місцезнаходження:** проспект Центральний, буд. 59-а, м. Сєвєродонецьк, Луганська обл., 93400, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

**Код за ЄДРПОУ:** 02070714

**Місцезнаходження:** проспект Центральний, буд. 59-а, м. Сєвєродонецьк, Луганська обл., 93400, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 20

**Тема дисертації:**

1. Моделі та метод інформаційної технології людино-машинної взаємодії з використанням жестів
2. Models and Information Technology for Human-Machine Interaction Using Hand Gestures

**Реферат:**

1. Об’єкт: процеси людино-машинної взаємодії, що здійснюють ідентифікацію, відстеження та класифікацію жестів рук або інших об'єктів на зображенні та у відеопослідовності; мета: покращення характеристик автоматичного розпізнавання статичних та динамічних жестів рук за рахунок розробки та практичного використання моделей і методу інформаційної технології людино-машинної взаємодії з використанням жестів; методи: при розробленні методології проектування і спільного використання візуальних методів розпізнавання жестів рук використано методи загальної теорії систем, системного аналізу, методи структурного синтезу, аналізу та моделювання процесів; при розробленні моделей комп’ютерного зору на основі глибоких нейронних мереж застосовано методи машинного навчання, технології збільшення даних (data augmentation), технології попередньої обробки даних (очищення, фільтрація розмиття за Гауссом, перетворення кольорів, адаптивна порогова обробка, алгоритм Otsu, детектор контурів Canny, для

відділення зон зображення, які містять обличчя та долоні, використано модель дифузного освітлення, для визначення форми долоні використані моделі деформації зображень, порівняння зображень із спотвореннями); при розробленні технології розпізнавання та прогнозування динамічних жестів використано моделі генерації послідовностей з використанням ConvLSTM, для навчання нейромережевого класифікатора використано методи зворотного поширення похибки та спряжених градієнтів, для стеження за долонями використані методи статичної та динамічної кластеризації; при розробленні технології взаємодії між хірургом та системою перегляду зображень в операційній залі використано методи математичної статистики, функції просторового домену, теорія автоматів, теорія подібності; новизна: вперше розроблено методологію розробки і спільного використання візуальних методів розпізнавання жестів рук, яка дозволяє створювати і досліджувати моделі глибокого навчання для розпізнавання статичних та динамічних жестів, здатних працювати в режимі реального часу і забезпечує розуміння способів їх налаштування для різних інтерфейсів управління жестами та потенційних застосувань в системах ЛМВ; удосконалено модель статичного розпізнавання жестів, побудовану згідно пропонованої методології на основі згорткової нейронної мережі, шляхом штучного збільшення даних і використання контурів. Завдяки використанню контурів, модель є стійкою до відносно широких кутів обертання рук і незалежною від освітлення. Модель із доповненими даними досягла точності 97,12%, що майже на 4% перевищує модель без доповнень (92,87%), при цьому, для ефективної роботи достатньо стандартної веб-камери; дістала подальшого розвитку технологія розпізнавання та прогнозування жестів на основі моделі генерації послідовностей з використанням ConvLSTM2D і Conv3D. Для подальшого розширення можливостей ConvLSTM для вирішення проблеми прогнозування жестів було виконано наступні модифікації: (1) на етапі попередньої обробки введено виявлення контура, реалізованного у вигляді фільтру. Фільтрація на вхідному рівні дозволила фіксувати часові залежності та зменшити шум вхідного сигналу; (2) проведена заміна 3 шарів batch normalization на 3 слоя dropout regularization що дозволило знизити перенавчання та мінімізувати помилки передбачення при прогнозуванні жестів. Отримана точність склала 90%, що на 30% краще ніж у моделі ConvLSTM з batch normalization (60%); удосконалено модель скінченного автомату для безконтактного управління переглядом медичних зображень за допомогою жестів яка, на відміну від існуючих, використовує дані прогнозованих кадрів відеопослідовностей, що дозволяє зменшити час відгуку системи; для тестування пропонованих моделей і методу інформаційної технології розв'язування задач розпізнавання та прогнозування жестів в операційній залі створено новий датасет і виконано концептуальну розробку інтуїтивного словникового запасу динамічних жестів, що дозволяє реалізувати ефективну безконтактну інтерактивну систему, адаптовану до особливостей хірургічного контексту; удосконалено структурну модель інформаційної технології ЛМВ з використанням жестів, за рахунок визначення основних етапів та інформаційних потоків створення та інтеграції моделей глибокого навчання, яка забезпечує прийняття рішень щодо застосування розроблених методів, засобів і технологій; результати дослідження: розроблено програмні реалізації моделей системи розпізнавання, яка демонструє високу точність і швидкодію з низкою чутливістю до умов освітлення. Результати дисертаційної роботи використовуються в якості базових елементів системи ЛМВ для навігації та перегляду медичних зображень в операційній залі.

2. Object: processes of human-machine interaction that identify, track and classify hand gestures or other objects in the image and video sequence; objective: improving the characteristics of automatic recognition of static and dynamic hand gestures due to the development and practical use of models and methods of information technology of human-machine interaction with the use of gestures is set and solved in the work; methods: set theory, graph theory, matrix theory, submodularity principle, greedy heuristics, annealing simulation method, entropy maximization, Voronoi diagram, Delaunay triangulation - for placement of sensors and IoT devices in the monitoring system; probability theory, methods of descriptive statistics, variational calculations, correlation analysis - for the methodology of long-term data processing and analysis of water quality; principal components method, factor analysis - to determine a set of sensors in IoT water quality control devices; SCAI-graph, mashup methodology, prototyping technologies, compression measurement models - when creating information technology for designing surface water monitoring systems based on IoT; novelty: for the first time, a methodology

for developing and sharing visual hand gesture recognition techniques has been developed to create and explore deep learning models for recognizing static and dynamic gestures capable of real-time operation and to understand how to configure them for different gesture control interfaces and potential applications in HMI systems; the model of static gesture recognition, built according to the proposed methodology based on a convolutional neural network, by artificially enlarging data and using contours, has been improved. Thanks to the use of contours, the model is resistant to relatively wide angles of rotation of the hands and independent of lighting; gesture recognition and prediction technology based on the sequence generation model using ConvLSTM2D and Conv3D has been further developed; the model of the finite state machine for contactless control of viewing of medical images by means of gestures which, unlike existing, uses the data of the predicted frames of video sequences that allows to reduce response time of system has been improved; a new dataset has been created to test the proposed models and method of information technology for solving problems of gesture recognition and prediction in the operating room, and conceptual development of an intuitive vocabulary of dynamic gestures was created, which allows to implement an effective contactless interactive system adapted to the surgical context; the structural model of HMI information technology using gestures has been improved by identifying the main stages and information flows of creating and integrating deep learning models, which provides decisions on the application of developed methods, tools and technologies; research results: software implementations of models of the recognition system have been developed, which demonstrates high accuracy and speed with low sensitivity to lighting conditions. The results of the dissertation are used as the basic elements of the HMI system for navigation and viewing medical images in the operating room.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Скарга-Бандурова Інна Сергіївна
2. Skarga-Bandurova Inna S.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Філатов Валентин Олександрович
2. Filatov Valentin O.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Леонов Сергій Юрійович
2. Leonov Serhii Yu.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Рязанцев Олександр Іванович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Рязанцев Олександр Іванович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | |
| **Реєстратор** | |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Т.А. |