

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Національного університету «Львівська політехніка»  
д.т.н., професору Теслюку Василю Миколайовичу

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, професора Жураковського Богдана  
Юрійовича на дисертаційну роботу Мрака Василя Богдановича  
*«Методи та засоби розпізнавання рухомих об'єктів в  
телекомунікаційних системах в реальному масштабі часу»* подану  
до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі  
знань 17 «Електроніка та телекомунікації» та спеціальності 172  
*«Телекомунікації та радіотехніка»*

### **1. Актуальність теми**

З розвитком систем комп'ютерного зору та методів машинного навчання завдання розпізнавання рухомих об'єктів в системах відео нагляду вийшла на новий як теоретичний так і практичний рівень. Наприклад, глибоке навчання прийшло на зміну класичним методам комп'ютерного зору, бо була потреба у збільшенні точності класифікації, на той час, класичні методи вирішували її не достатньо якісно. Так само можна сказати і про задачу ідентифікації, а саме про детектування та розпізнавання облич. Для її вирішення застосовують різні комплекси та системи безпеки. Тому розробка нових методів та засобів розпізнавання рухомих об'єктів в телекомунікаційних системах, які працюють в реальному масштабі часу є актуальною науково-практичною задачею.

### **2. Аналіз змісту дисертації**

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

значимість отриманих результатів, презентовано дані про апробацію та публікацію результатів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** описано особливості побудови та функціонування як звичайних систем відеоспостереження так і систем із застосуванням функцій відеоаналітики. Показано, що на сучасному етапі розвитку методів обробки інформації, застосування систем відеоспостереження як засобу фіксації подій є недоцільним.

У **другому розділі** запропоновано ефективний алгоритм віднімання фону на основі ViBE для складного фону. Він поєднує в собі вдосконалений ViBE, який використовує кумулятивне середнє значення та механізм підрахунку пікселів для швидкого усунення привидів, і адаптивний ViBE, який обчислює адаптивний радіус залежно від зміни фону.

Запропоновано алгоритм для стиснення відео, знятих камерами з обмеженим ресурсом, який використовує аналіз руху для видалення небажаних пікселів і кадрів зображення.

Запропоновано метод розпізнавання обличчя, заснована на виявленні руху. Цей метод зосереджується не лише на етапах виявлення та розпізнавання облич, але включає виявлення рухомих об'єктів, що зменшує обсяг даних, які потрібно обробити.

У **Третньому розділі** проведено дослідження розробленого алгоритму віднімання фону на основі ViBE для складного фону. Здійснено експерименти щодо стійкості моделей до повороту обличчя у різних площинах, зміни розміру обличчя, а також оцінено витрати часу. Найкращими моделями за параметрами обертання стали RetinaFaceResNet125, DSFD, RetinaFaceMobile Net0.25, які точно (точність  $\geq 0,9$ ) визначають обличчя із поворотами в діапазоні  $[-45; 45]$ , що є достатньою вимогою для використання у системах безпеки. Досліджено створений метод для стиснення відео, знятих камерами з обмеженим ресурсом, який використовує аналіз руху для видалення небажаних пікселів і кадрів зображення. Досліджено запропонований метод розпізнавання обличчя, та проведена порівняльна оцінка з відомими методами.

У **четвертому розділі** для створення застосунку була використані мови

програмування Python разом з бібліотеками OpenCV, TensorFlow, pickle. З їх допомогою були створені частини системи, які можуть зменшити навантаження на телекомунікаційну мережу та підвищити ефективність розпізнавання та ідентифікації облич.

У **висновку** 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.

### **3. Наукова новизна отриманих результатів**

1. Вперше запропоновано модель розпізнавання обличчя, заснована на виявленні руху у системах відеоспостереження, який зосереджується не лише на етапах виявлення та розпізнавання облич, але включає виявлення рухомих об'єктів, що зменшує обсяг даних, які потрібно обробити. Цей підхід має ряд переваг, таких як: зменшення обсягу даних, підвищення швидкості прийняття рішення, зниження споживання енергії, універсальність, покращення продуктивності. Виявлення рухомих об'єктів дозволяє обробляти лише ті частини зображення, де відбуваються зміни, що значно зменшує обсяг даних, які потребують обробки.
2. Набув подальшого розвитку метод виявлення динамічних об'єктів на відеопослідовностях, оснований на алгоритмі ViVe, який поєднує в собі вдосконалений ViBE, використовує кумулятивне середнє значення та механізм підрахунку пікселів для швидкого усунення привидів, і адаптивний ViBE, який обчислює адаптивний радіус залежно від зміни фону. Це дозволяє підвищити ефективність виявлення на 6,5% в порівнянні з відомими методами.
3. Запропоновано метод для оптимізації відеопотоків, знятих камерами відеоспостереження з обмеженим ресурсом, який використовує аналіз руху для передачі через телекомунікаційну мережу лише зміни в кадрі і реконструкції повного кадру на приймальній стороні, що дозволяє зменшити навантаження на мережу до 30% в залежності від

кількості рухомих об'єктів у кадрі.

#### **4. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових результатів в опублікованих працях**

Оформлення дисертації відповідає усім вимогам. Зміст, структура та послідовність викладення результатів відповідають як темі роботи, так і – чинним вимогам МОН України. Дисертаційна робота написана державною мовою, матеріал викладено професійно, термінологія є загально визнаною, стиль викладення результатів досліджень, висновків і рекомендацій забезпечує їх нормальне сприйняття і використання. За темою роботи в опубліковано 8 робіт у наукових фахових виданнях України, 1 у виданні, що внесене у наукометричну базу Scopus. Результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес кафедр телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка», у ВАТ «УКРТЕЛЕКОМ», ТзОВ «ГІГАЦЕНТР УКРАЇНА», ТзОВ „МАКСІТЕХ”.

#### **5. Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації**

Зауваження та недоліки до роботи:

1.3 формули 2.7 незрозуміло яких значень приймає параметр (сігма), а також в якому діапазоні змінюється коефіцієнт (бета)

2.В чому полягає новизна приведеного на рис.2.7 запропонованого підходу для виявлення рухомих об'єктів

3.Не докінця зрозуміло в чому полягав метод стиснення трафіку при застосуванні методу віднімання фону.

4.Чим обумовлено що стиснення трафіку не більше 30%.

5.Перший розділ перевантажений відомим лекційним матеріалом, варто було б подати цей матеріал в більш аналітичній формі.

6.У тексті дисертації зустрічається ряд стилістичних неточностей і граматичних помилок.

Наведені зауваження не впливають в цілому на отримані результати та зроблені висновки.

## 6. Загальний висновок

Дисертаційна робота Мрака Василя Богдановича «Методи та засоби розпізнавання рухомих об'єктів в телекомунікаційних системах в реальному масштабі часу», містить достатню наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. зміст дисертаційної роботи відповідає обраній темі, забезпечує досягнення поставленої мети і вирішення завдання дослідження та відповідає вимогам для присудження ступеня доктора філософії. На основі виконання дисертаційної роботи «Методи та засоби розпізнавання рухомих об'єктів в телекомунікаційних системах в реальному масштабі часу» Мрак Василь Богданович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Офіційний опонент  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри інформаційних  
систем та технологій  
Національного технічного університету  
України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»

Богдан ЖУРАКОВСЬКИЙ

Підпис Б.Ю. Жураковського  
ЗАВІРЯЮ

Вчений секретар Національного технічного  
університету України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»



Валерія ХОЛЯВКО