

ДЖЕВАГА Григорій

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки, психології і методики технологічної освіти Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

ДІДОВЕЦЬ Максим

здобувач спеціальності А5.39 Професійна освіта (Цифрові технології) Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РУЙНУВАНЬ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ УКРАЇНИ

Фіксація руйнувань цивільних об'єктів та об'єктів культурної спадщини України є не просто необхідністю, а критичним завданням національного масштабу. В умовах російсько-української війни збереження пам'яток культури має юридичне, наукове, економічне та моральне значення. Кожен зруйнований об'єкт є доказом воєнного злочину та підставою для юридичних позовів та відшкодування збитків з боку агресора. Для подальшого відновлення чи реставрації об'єкта до первинного вигляду потрібні дані високої точності. Наявність виконаної цифрової 3D-моделі копії об'єкта дозволить відтворити його з достатньою точністю у разі повного руйнування. За допомогою комп'ютерного зору можна точно вирахувати відсоток втрачених автентичних деталей чи елементів культурної пам'ятки – особливостей колон, зводів, перекриттів, кладок, фресок, розписів. Фіксація пошкоджень дозволить інженерам оцінити стан конструкцій дистанційно. Аналіз тріщин через алгоритми машинного зору може допомогти отримати попередні висновки про стійкість стін чи консольних елементів під впливом зовнішніх факторів (вітру, вібрацій) та дозволити вчасно застерегти подальші руйнування. Погодні умови, опади та нові обстріли щодня знищують залишки автентичних елементів, тому їх фіксація сьогодні є актуальною проблемою.

Метою роботи є обґрунтування і розроблення напрямів роботи для здобувачів ІТ-спеціальностей моніторингу руйнувань об'єктів культурної спадщини України.

Створення цифрових 3D-моделей копій об'єктів культурної та історичної спадщини України дозволить не тільки створювати базу для відтворення і моніторингу стану, а й створювати віртуальні тури та інші стартапи для учасників Інноваційного хабу Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка. Це може бути темою для кваліфікаційної роботи магістрів, основою для створення проектної групи волонтерів, які б здійснювали цифрове 3D-моделювання місцевих пам'яток за допомогою фотограметрії. Зйомка може здійснюватися з квадрокоптера з використанням камери високої роздільної здатності та подальшою обробкою цифрових світлин у RealityCapture [1].

В Україні зараз діють спільноти волонтерів «Scan UA», «Skeiron» та інші, де фахівці з візуальних ефектів, архітектори та розробники об'єдналися для порятунку культурної спадщини. Ці ініціативи використовують фотограмметрію та лазерне сканування для створення надточних цифрових копій об'єктів [2].

Проект волонтерської ініціативи «Scan UA», яка створена професіоналами в галузі 3D-сканування та візуальних ефектів та спрямована на поширення інформації про зруйновані об'єкти української спадщини, що знаходяться під загрозою знищення через війну в Україні. Команда використовує зйомку з дронів, технологію 3D-сканування та фотограмметрію для створення цифрових тривимірних копій цих об'єктів. Створені моделі публікуються на платформі Sketchfab і є доступними для дослідників та активістів по всьому світу [4]. Львівська команда «Skeiron» у проєкті «#SaveUkrainianHeritage» за допомогою фотограмметрії та лазерного сканування (LiDAR) створює готові кресленики для реставрації [5]. Одеська організація «Pixelated Realities», яка фокусується на створенні цифрових двійників для відбудови та віртуальній експозиції зруйнованої ворожої техніки та пошкоджених цивільних об'єктів для проєкту «Музей перемоги України (The Museum of UA Victory)» [3]. Ці проєкти демонструють ідеальне поєднання сучасної технології фотограмметрії та соціальної місії. Студенти можуть вивчати їхні роботи та долучатися до розробки своїх рішень, проєктів чи стартапів. Таким чином, здобувачі вищої освіти можуть тренуватися очищати тривимірні моделі від зайвих об'єктів (машин, перехожих, птахів, тварин) за допомогою III-сегментації, створювати AR-застосунки, аналізувати масштаби пошкоджень та створювати моделі для відбудови.

Використання комп'ютерного зору для моніторингу руйнувань культурної спадщини в Україні дозволяє не лише фіксувати пошкодження, а й створювати цифрові моделі для відновлення. Для реалізації цих задач можна використовувати автоматичне виявлення пошкоджень рівня пошкоджень шляхом порівняння станів об'єкта на цифровому зображенні до руйнування, через архівні дані та після. Алгоритми машинного зору та нейромереж архітектури U-Net або Siam-Conv можуть порівнювати супутникові знімки або хмари точок, отримані методом фотограмметрії, та виділяти зони, де змінилася геометрія чи утворилися тріщини, вирви, сколи. На основі вцілілих частин орнаменту або архівних фото генеративний штучний інтелект може запропонувати варіанти відновлення втрачених елементів декору. Також можна створювати AR-шари для мобільних застосунків, де через смартфон або планшет можна побачити, як виглядав зруйнований об'єкт, наклавши 3D-модель на реальні руїни.

Проект моніторингу структурної цілісності об'єкта у реальному часі дозволяє виявляти місця під загрозою обвалу через вібрації або погодні умови. Використання стаціонарної камери з активним аналізом машинного зору, що натренована виявляти мікрорухи тріщин або нахил стін. Система машинного зору буде поєднуватися з сенсорами вібрацій та акселерометрами, які будуть підключені через мікроконтролери ESP32. Якщо ширина тріщини зміниться чи буде зафіксовано рух стіни, система миттєво сповістить інженерів .

Система штучної нейронної мережі YOLOv8 можна навчити розрізняти природу пошкоджень, що важливо для швидкої оцінки збитків та характеру пошкоджень з квадрокоптера. Здобувачі можуть в рамках цифрових проєктів створювати і розмічати набори даних для тренування нейромережі.

Отже, застосування технології машинного зору та штучних нейронних мереж дозволяє створити студентські волонтерські проєкти та кваліфікаційні роботи з моніторингу руйнувань об'єктів культурної та історичної спадщини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Багаєва М. А. Аналіз фотограмметрії як методу створення 3D-моделей. *Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті: матеріали 28-го Міжнар. молодіж. форуму, 16-18 квітня 2024 р.* Харків: ХНУРЕ, Т. 3, 2024. С. 322–324. URL: <https://doi.org/10.30837/IYF.IRTTPI.2024.322>
2. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія. Навчальний посібник. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021. 137 с. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
3. Піксельні реальності. Зацифруємо спадщину URL: <https://pixelatedrealities.org/uk/> (дата звернення 10.04.2026)
4. Проєкт Scan UA. Збережіть українську спадщину. URL: <https://ua.scanua.com/> (дата звернення 10.04.2026)
5. Проєкт Skeiron. Оцифруємо минуле заради майбутнього... URL: <https://skeiron.com.ua/ua> (дата звернення 10.04.2026)

ДИГІДЬ Людмила

завідувач навчально-методичним кабінетом
Коломийського індустріально-педагогічного
фахового коледжу

ОФОРМЛЕННЯ БЕЗ ПОМИЛОК (МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОФОРМЛЕННЯ СПИСКУ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДЛЯ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ)

Актуальність проблеми зумовлена тим, що в сучасних умовах розвитку освіти особливого значення набуває культура оформлення наукових і навчально-дослідницьких робіт. Правильне технічне та бібліографічне оформлення є невід'ємною складовою академічної доброчесності, показником фахової підготовки здобувачів освіти та поваги до праці інших дослідників.

Метою цих методичних рекомендацій та запропонованої статті є коротке надання практичної допомоги всім, хто готує наукові роботи, у правильному дотриманні вимог до їх технічного оформлення та складанні списку використаних джерел відповідно до чинних стандартів.

Запропоновані рекомендації сприятимуть підвищенню якості навчально-дослідницьких робіт, формуванню навичок академічної культури та розвитку наукового стилю письма.

Правильне оформлення списку джерел – це основа академічної доброчесності. Воно не лише демонструє повагу до праці авторів, але й дозволяє