

ТЕЛІШЕВСЬКИЙ ПЕТРО

Національний університет «Львівська політехніка»

<https://orcid.org/0009-0008-8328-0373>email: [petro.a.telishevskiy@lpnu.ua](mailto:petro.a.telishevskiy@lpnu.ua)

БОЙКО НАТАЛІЯ

Національний університет «Львівська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0002-6962-9363>email: [nataliya.i.boyko@lpnu.ua](mailto:nataliya.i.boyko@lpnu.ua)

## КОНЦЕПЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ПОШКОДЖЕННЯ АВТОТРАНСПОРТУ

У даній роботі пропонується концепція автоматизованої системи оцінки пошкодження автотранспорту. Пропонована система оцінки пошкодження автотранспорту, базована на сучасних технологіях комп'ютерного зору та штучного інтелекту, відображає важливий крок у напрямку покращення процесу оцінки транспортних засобів після дорожньо-транспортних пригод. Її реалізація дозволить значно спростити та прискорити цей процес, зменшуючи час, необхідний для розгляду страхових випадків та вирішення зв'язаних з ними питань. Включення алгоритмів автоматичного виявлення та аналізу пошкоджень на основі зображень є ключовим аспектом цієї системи. Вона дозволить точно та ефективно визначати масштаби збитків, що допоможе у правильному визначенні вартості ремонту автотранспортних засобів. Більше того, застосування методів машинного навчання та комп'ютерного зору для оцінювання пошкоджень наземного транспорту підкреслює важливість використання передових технологій у сфері автомобільного страхування. Використання блок-схем та UML діаграм в розгляді концептуальних ідей та принципів оцінки пошкоджень автотранспорту відображається як ефективний спосіб демонстрації внутрішньої структури та логіки роботи системи. Це дозволяє чітко представити алгоритми та методи, що застосовуються для виявлення та аналізу пошкоджень, і визначення їх впливу на автотранспортні засоби. Блок-схеми допомагають візуалізувати послідовність операцій та взаємозв'язки між ними, що дозволяє краще розуміти процес оцінки пошкоджень. Вони також можуть включати у себе рішення та умови, що враховують різноманітні сценарії, що можуть виникнути під час оцінки. UML діаграми, зокрема діаграми класів або послідовності, надають більш технічний огляд системи, її структури та взаємодії компонентів. Вони дозволяють більш детально розглянути, як різні частини системи взаємодіють між собою, що сприяє кращому розумінню її функціональності та можливостей. Загалом, робота включає більш повний огляд пропонуваної концепції, враховуючи основні принципи, технології та методи представлення результатів дослідження для подальшого використання в практичній діяльності автомобільного страхування.

Ключові слова: машинне навчання, транспортні засоби, розпізнавання на зображеннях, комп'ютерний зір, UML діаграми.

TELISHEVSKYI PETRO, BOYKO NATALIYA

Lviv Polytechnic National University

### CONCEPT OF AN AUTOMATED VEHICLE DAMAGE ASSESSMENT SYSTEM

This paper proposes the concept of an automated vehicle damage assessment system. The proposed vehicle damage assessment system, based on modern computer vision and artificial intelligence technologies, represents an important step towards improving the process of vehicle assessment after road accidents. Its implementation will significantly simplify and accelerate this process, reducing the time required to review insurance claims and resolve related issues. The inclusion of algorithms for automatic image-based damage detection and analysis is a key aspect of this system. It will allow to determine the extent of damage accurately and efficiently, which will help in the correct determination of the cost of vehicle repairs. Moreover, the application of machine learning and computer vision techniques to assess damage to land vehicles emphasizes the importance of using advanced technologies in the automotive insurance industry. The use of flowcharts and UML diagrams in the consideration of conceptual ideas and principles of motor vehicle damage assessment is displayed as an effective way to demonstrate the internal structure and logic of the system. This allows you to clearly present the algorithms and methods used to detect and analyze damage and determine its impact on vehicles. Flowcharts help to visualize the sequence of operations and the relationships between them, which allows for a better understanding of the damage assessment process. They can also include solutions and conditions that take into account the various scenarios that may arise during the assessment. UML diagrams, such as class or sequence diagrams, provide a more technical overview of the system, its structure, and the interaction of components. They allow for a more detailed look at how different parts of the system interact with each other, which contributes to a better understanding of its functionality and capabilities. In general, the paper includes a more complete overview of the proposed concept, taking into account the basic principles, technologies and methods of presenting the research results for further use in the practical activities of automobile insurance.

Keywords: machine learning, vehicles, image recognition, computer vision, UML diagrams.

### Постановка проблеми

З інтенсивним зростанням числа транспортних засобів на дорогах та збільшенням кількості дорожньо-транспортних пригод, автоматизована система оцінки пошкоджень автотранспорту може вирішити безліч проблем, які виникають у таких ситуаціях. В даному контексті така система є вирішальною, оскільки вона забезпечує об'єктивну оцінку вартості пошкодження автотранспорту, уникнувши суб'єктивних суджень.

Перед розробкою такої системи слід спланувати її архітектуру, яка базуватиметься на методах машинного навчання. Для ефективною оцінки пошкоджень транспортних засобів необхідно переглянути

доступні набори даних та визначити методи, які ефективно впораються з завданням розпізнавання пошкоджень та їх класифікації.

### Аналіз досліджень та публікацій

Актуальність дослідження можна прослідкувати в наукометричних базах, де їх кількість по даній тематиці значно зростає. Розглянемо кілька досліджень та наукових робіт, щоб проаналізувати наявні набори даних. Також слід проаналізувати методи машинного навчання для розпізнавання пошкоджень транспорту. Аналіз літературних джерел потрібен для якісної класифікації досліджених у переглянутих роботах методів. Це потрібно для ефективної роботи запропонованого алгоритму оцінки пошкодження транспортних засобів. Оскільки це являється першим етапом для ефективної розробки системи, то для якісної її роботи потрібно правильно підібрати модель та її параметри.

Авторами публікації [1] розглянуто процес формування набору даних із пошкодженими автотранспортом. Дослідники детально описали, як формувалася датасет, а саме, які типи пошкоджень автотранспорту у них збережено. Також, описано принцип побудови набору даних для тих хто хотів сформувати власну базу даних, беручи за основу інформацію про дорожньо-транспортні пригоди. Також можна зазначити, що дані, які наведені в дослідженні є оптимізованими для задач розпізнавання об'єктів, так як для сегментування їх із зображення. У публікації було проведено експерименти на методах машинного навчання, для демонстрації ефективності їх застосування. Розглядається набір даних – CarDD.

У роботі [2] автори використовуючи модель нейронної мережі Mask R-CNN спробували здійснити сегментування пошкоджень автомобілів. У роботі дослідники продемонстрували роботу модель нейронної мережі при різних параметрах, таких як: нормальне світло, погане освітлення, близька дистанція та інші. Також авторами у роботі застосовувалась модель Mask R-CNN та покращена модель. В результаті проведених експериментів були визначені пошкодження з високою точністю, однак існує не достатньо висока його локалізація.

У третій роботі [3], автори вирішили для поставленої задачі використати модель нейронної мережі Mask R-CNN. Однак, вони використали Mask R-CNN з попередньо навченим Inception ResNetV2, який показав найкращі результати. В роботі порівнювались отримані від використання попередньої моделі результати із пре тренованими VGG-16 та VGG-19.

У останній роботі [4], досліджувалися авторами різні моделі нейронних мереж, а саме Mask R-CNN, Cascade mask R-CNN, Hybrid task cascade for instance segmentation, PANet, GCNet. У роботі дослідники спробували використати дані моделі, щоб визначити деталі автомобіля, а уже після цього на кожному сегменті зображення шукати пошкодження на транспорті.

Метою роботи є демонстрація переваг автоматизованої системи оцінювання пошкодження транспорту, використавши UML діаграми для візуалізації концепції спроектованої системи.

### Виклад основного матеріалу

Маючи велику кількість методів, які допоможуть вирішити задачу по розпізнаванню пошкодження та оцінки майна. У даній роботі було зосереджено увагу на переваги спроектованої системи та проблеми, які можна вирішити застосувавши запропонований функціонал. Давайте розглянемо, які дії відбуваються коли власник пошкодженого автотранспорту звернеться до страхової компанії, щоб отримати відшкодування. Для цього слід використати діаграму послідовностей, представлену на рис. 1.

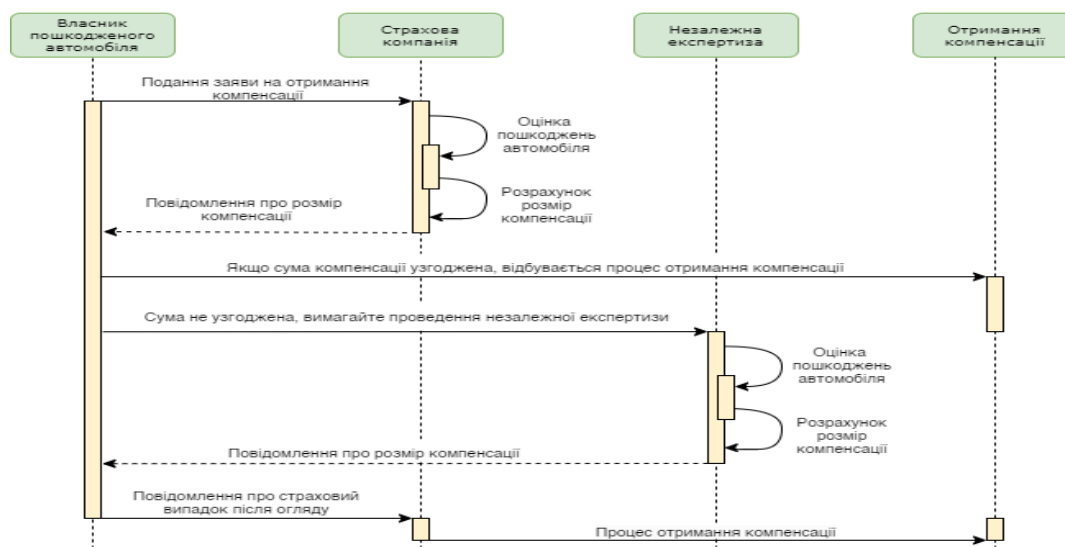


Рис. 1. Діаграма послідовностей процесу отримання відшкодування за пошкоджений транспорт

На рис. 1 наведено повний процес, коли власник автомобіля звертається до страхової для оцінки пошкоджень, які виконує страхова компанія. В процесі виникає перешкода по якості оцінки, адже думка

експерта є суб'єктивна, оскільки можуть бути занижені виплати і оцінка відбуватиметься не в повній мірі. Проте власник може здійснити оцінку у незалежного експерта, якщо його не влаштує оцінка страхової компанії. Такий процес є часозатратним і потребує здійснення великої кількості операцій, що наведено на рис. 1. Тому, створення автоматизованої системи може вирішити описані проблеми. На рис. 2 продемонстровано інформаційні процеси, які відбуватимуться у системі через діаграму послідовностей.

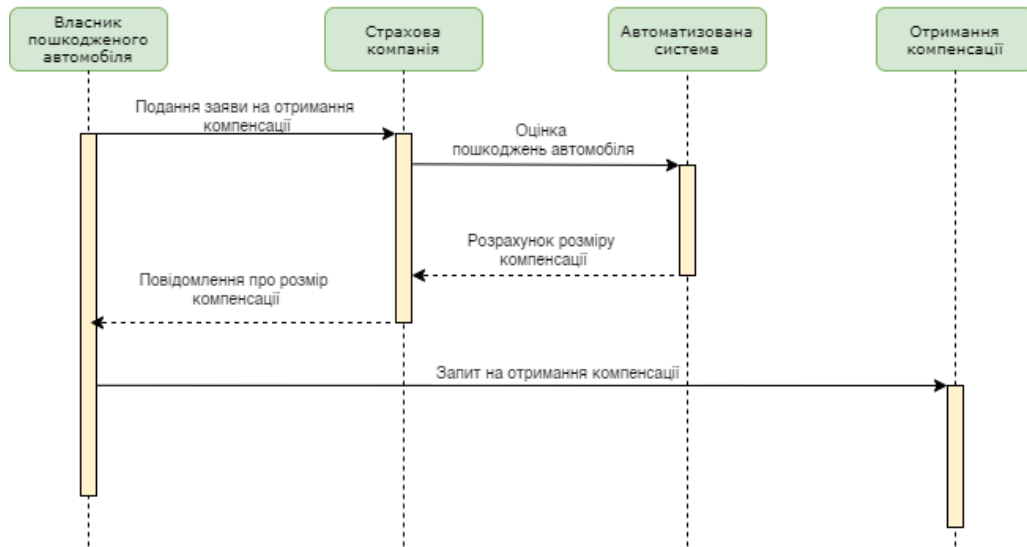


Рис. 2. Діаграма послідовностей процесу отримання відшкодування за пошкоджений транспорт із використанням автоматизованої системи

Отож на рис. 2 продемонстровані інформаційні потоки, які оптимізують процеси оцінки пошкодження автотранспорту та отримання відшкодування. Також можна зазначити, що система надає об'єктивну оцінку, оскільки аналіз виконується автоматично на основі отриманих зображень для повної деталізації процесу оцінки.

На рис. 3 наведений принцип дії інформаційних потоків автоматизованої системи, робота якої надає об'єктивну оцінку.

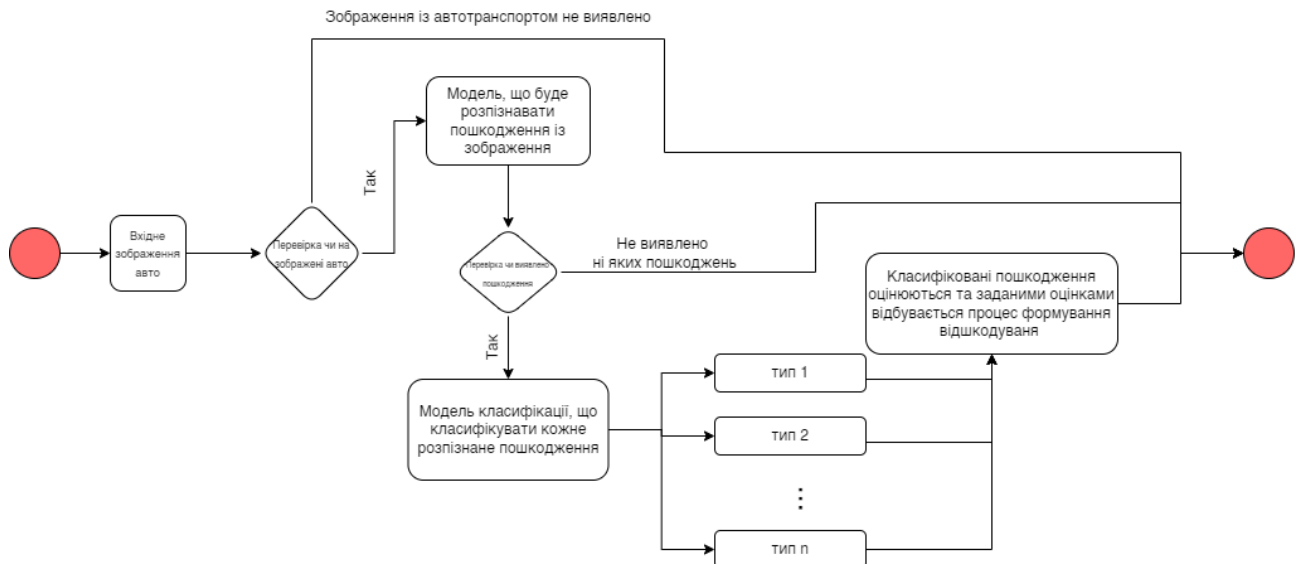


Рис. 3. Проект концепції автоматизованої системи для оцінки пошкодження автотранспорту

На рисунку 3 ми бачимо блок-схему, яка описує послідовність дій у нашій системі розпізнавання та класифікації пошкоджень автотранспорту. Починаючи з перевірки наявності автотранспорту на зображенні, система приступає до роботи. Якщо ж автотранспорту немає, система завершує свою роботу, не витрачаючи ресурси. Якщо ж автотранспорт виявлено, наступним етапом є розпізнавання пошкоджень. Для цього ми встановлюємо конкретні параметри для моделі та визначаємо необхідні типи пошкоджень. Після виявлення пошкоджень ми класифікуємо їх та призначаємо до відповідного типу, щоб коректно оцінити всі пошкодження та визначити суму відшкодування. Важливо зауважити, що конкретні моделі для розпізнавання та класифікації пошкоджень будуть обрані під час наступних досліджень з метою максимізації ефективності системи.

### Висновок

Резюмуючи, можна відзначити, що оцінка пошкоджень транспортного засобу є актуальною проблемою. За допомогою огляду літератури стає зрозумілим, що вчені активно шукають методи розпізнавання пошкоджень автотранспорту, зокрема застосовують різновиди моделей нейронних мереж, таких як Mask R-CNN.

У даній роботі наголошено на перевагах автоматизованої системи у вирішенні цієї задачі, а також представлена концептуальна схема системи. Кожен блок цієї схеми можна розглядати як окрему задачу, де досліджується кожен аспект для побудови ефективної системи.

### Література

1. Wang X., Li W., Wu Z. CarDD: A New Dataset for Vision-based Car Damage Detection. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, 24, 7, p. 7202–7214, 2023, doi: 10.1109/TITS.2023.3258480.
2. Zhang Q., Chang X., Bian S. B. Vehicle-Damage-Detection Segmentation Algorithm Based on Improved Mask RCNN. *IEEE Access*, 8, p. 6997–7004, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2964055.
3. Qaddour J., Siddiq S. A. Automatic damaged vehicle estimator using enhanced deep learning algorithm. *Intell. Syst. Appl.* 18, p. 200192, 2023, doi: 10.1016/j.iswa.2023.200192.
4. Pasupa K., Kittiworapanya P., Hongngern N., Woraratpanya K. Evaluation of deep learning algorithms for semantic segmentation of car parts. *Complex Intell. Syst.* 8, 5, с. 3613–3625, 2022, doi: 10.1007/s40747-021-00397-8.