

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Odessa National University of Technology
Vinnytsia National Technical University
P.N. Platonov Institute of Computer Engineering, Automation,
Robotics and Programming**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION– 2025**

***PROCEEDINGS
OF THE XVIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE***



OCTOBER 30-31, 2025

Odesa

ЗМІСТ CONTENT

Передмова	7
Список організацій, представники яких взяли участь у роботі конференції	44
РОЗДІЛ 1. МАТЕМАТИЧНЕ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОЦЕСІВ	47
MATHEMATICAL MODELS OF FUNCTIONING OF PIPELINE SYSTEMS OF CRITICAL INFRASTRUCTURE OF CITIES. Dyadun S.V., Strukov V.M. V.N.Karazin Kharkiv National University (Ukraine)	47
MODELING OF DYNAMIC VALUE CHARACTERISTICS OF DIESEL ENGINES. Ishchenko P.P., Hryhorenko A.O., Usov D.D., Lyamar O.O., Marchenko D.D. Mykolayiv National Agrarian University (Ukraine)	49
BLOCKCHAIN-ENABLED MATHEMATICAL MODELLING OF URBAN PASSENGER TRANSPORT. Khoshaba O., Zora I. Vinnitsia National Technical University (Ukraine)	51
ANALYSIS OF INTELLECTUAL DATA ANALYSIS METHODS FOR EVALUATING USER BEHAVIOUR. Koliesnik D. Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (Ukraine)	54
MAPPING ONLINE BEHAVIOR OF UKRAINIAN STUDENTS THROUGH K-MEANS CLUSTERING. S. V. Kotlyk, O. P. Sokolova, Y. V. Voronkova, L.K.Yadovin. Odesa National University of Technology, Odesa Technical Professional College of ONUT (Ukraine)	56
MULTISCALE PERCOLATION AND FORCE FIELDS ON SIERPINSKI PREFRACTALS: A MULTIPLICATIVE MEASURE APPROACH. Yu.V. Kryvchenko, A.S. Zhadan, A.A. Kryvchenko. Separated Structural Subdivision «Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology» (Ukraine)	58
MODEL OF THE DYNAMICS OF FINELY GROUND ORE MATERIAL DURING CRUSHING. Morkun V.S., Hryshchenko Y.O. Kryvyi Rih National University, Vladimir Dal East Ukrainian National University (Ukraine)	61
FUEL ECONOMY CALCULATION RESULTS GAS ENGINE BY CYCLE PREHEAT AND START-UP ON A MATHEMATICAL MODEL IN APPLICATION COMBINED HEATING SYSTEMS. Palamarchuk V.Y., Shutsman T.A., Oliynyk M.V., Lyamar O.O., Marchenko D.D. Mykolayiv National Agrarian University (Ukraine)	62
MODELING OF WORKING PROCESSES OF ENGINES OPERATING ON GASEOUS FUELS. Petrushenko D.O., Kaftan V.D., Lyamar O.O., Marchenko D.D. Mykolayiv National Agrarian University (Ukraine)	65
ЛОГІКО-ЙМОВІРНІСНЕ ТРАСКТОРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ. Pryymak Nazar, Zhuk Yurii. Lviv Polytechnic National University (Ukraine)	67
SYNTHESIS OF A POSITIONING CONTROL SYSTEM FOR A STOCHASTIC MULTIDIMENSIONAL AIRCRAFT MOTION SIMULATION PLATFORM. Sieliukov Oleksandr, Enbo Yang. School of Aerospace Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an (China)	70
EFFICIENCY OF KADEMLIA DHT IN PRACTICE. Yezhkova A.G., Kichmarenko O.D. Odesa I.I.Mechnykov National University (Ukraine)	72
PIPELINE-NATIVE MODELS FOR DETECTING AND MINIMISING FLAKY TESTS. Antonkin V., Khoshaba O. Vinnitsia National Technical University (Ukraine)	74
ІНКРЕМЕНТАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КЛІЄНТСЬКОЇ ПОВЕДІНКИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ЛОЯЛЬНІСТЮ. Бабіч І.К., Орловський Д.Л. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (Україна)	77
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ» ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ. Березенська С. М., Печеневська О. О. Харківський радіотехнічний фаховий коледж (Україна)	80

національний технічний університет (Україна)	
ЄДИНЕ ДЕВ-СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ WINDOWS/MACOS/LINUX: DOCKER DEV CONTAINERS, DOCKER COMPOSE І MULTI-ARCH ОБРАЗИ ЯК БАЗИС УНІФІКАЦІЇ. Михайленко Д. В., Михайленко С. В. Національний університет "Одеська політехніка" (Україна)	767
БРАУЗЕРНИЙ НМІ БЕЗ ІНСТАЛЯЦІЙ: SPA + WEBSOCKET + JWT ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ПЛК. Михайленко С. В., Михайленко Д. В., Ядрова М. В. Національний університет "Одеська політехніка" (Україна)	769
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КАРШЕРИНГОВИМИ ПОСЛУГАМИ. Морохович В.С., Петрус В.М. ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (Україна)	771
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОРЕНДИ ЖИТЛА. Мотошин О.А., Ільяшенко М.Б., Куликовська Н.А., Тіменко А.В. Національний університет «Запорізька політехніка», Запорізький авіаційний фаховий коледж ім. О. Г. Івченка (Україна)	773
ЕВОЛЮЦІЯ SEARCH ENGINE OPTIMIZATION (SEO) В КЛІЄНТСЬКИХ ДОДАТКАХ З КЛІЄНТСЬКИМ РЕНДЕРИНГОМ. Насенок К.О., Войцеховська М.М. Національний університет «Чернігівська політехніка» (Україна)	775
ІНТЕГРАЦІЯ МОДУЛІВ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ У ВЕБОРІЄНТОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ORACLE APEX. Небога С.В. Державний податковий університет (Україна)	778
ГІБРИДНИЙ ПІДХІД ДО МІГРАЦІЇ КОРИСТУВАЦЬКОГО КОДУ SAP АВАР. Поздняков О. А., Пархоменко А. В. Національний університет «Запорізька політехніка» (Україна)	780
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МЕТАПРОГРАМУВАННЯ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПЛАТФОРМІ .NET. Позур М.Ю., Войтко В.В. Вінницький національний технічний університет (Україна)	783
ПРОЄКТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ З ТЕКСТОВИМИ ДАНИМИ НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C#. Поліщук Д.С., Собко О.В., Залуцька О.О. Хмельницький національний університет (Україна)	785
МУЛЬТИМОДАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ КОЛЕКЦІЙНИХ ДАНИХ ДЛЯ МАСШТАБОВАНИХ СИСТЕМ. Поперешняк Д.І. Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій (Україна)	788
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ СЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА (НА ПРИКЛАДІ КАВ'ЯРНІ «ЕСПРЕСО-ТОЧКА»). Почуєв Д. С, Рувінська В. М., Тройніна А.С. Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)	790
ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРНОЇ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ. Романюк О.Н., Завальнюк Є.К., Мельник А.В., Стахов О.Я. Вінницький національний технічний університет (Україна)	793
ТАКСОНОМІЯ ТА МЕТРИКИ ОЦІНЮВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ. Рубан І.В., Ткачов В.М. Харківський національний університет радіоелектроніки (Україна)	796
IDENTIFYING NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR A CRM SYSTEM. Rudenko M.O., Sotnik S.V. Kharkiv National University of Radio Electronics (Ukraine)	798
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ КАРТ СПОГАДІВ ТА ПОДОРОЖЕЙ. Сілін М.Ю., Голуб Т.В., Куликовська Н.А., Тіменко А.В. Національний університет «Запорізька політехніка», Запорізький авіаційний фаховий коледж ім. О. Г. Івченка (Україна)	801
НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В СИСТЕМАХ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ОРЕНДИ НЕРУХОМОСТІ. Солом'яний О.М. Національний університет «Одеська юридична академія» (Україна)	804
ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НАДАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДОПОМОГИ	805

виглядають багаторівневі стратегії з явними інваріантами причинно-часової узгодженості, локалізацією збурень і ризик-чутливими критеріями, що враховують хвостові події. Практична придатність таких стратегій залежить від наявності описових метрик, засобів моніторингу та відтворених сценаріїв випробувань.

Таблиця 1 – Порівняльна матриця класів підходів до забезпечення живучості

Клас підходу	Рівень застосування	Ключовий механізм	E	C
Маскування відмов	дані / процеси	надлишковість	3	3
Журналювання	процеси / дані	знімки стану, відкат	2	2
Реплікація виконання/даних	дані / процеси / комунікації	активна/пасивна, синхрон./асинхрон.	3	3
Адаптивна перебудова конфігурації	ресурсний	перемикання режимів, переналаштування	2	1
Перепланування та міграція	ресурсний	перерозподіл ресурсів	2	2
Ізоляція/віртуалізація	архітектурний / ресурсний	ізолюючі контури, «пісочниці»	2	1
Багатоверсійність	програмний / процеси	незалежні реалізації	2	3
Виявлення відхилень і локалізація	моніторинг / керування	порогові та статистичні правила	2	1
Керована деградація якості	процеси / сервіси	зміна пріоритетів, спрощення функцій	2	1
Кодова надлишковість даних	дані / комунікації	коди виправлення помилок	2	1

Отримані результати формують підґрунтя для побудови інтегрованих рішень, у яких політики синтезуються та перевіряються у межах заданих ресурсно-часових обмежень із забезпеченням прозорих гарантій якості функціонування.

Список використаної літератури

- [1] Managing and Using Information Systems: A Strategic Approach. Wiley Sons, Inc., John, 2024.
- [2] О.Г. Додонов, О.В. Никифоров, В.Г. Путятін, В.О. Додонов, С.А. Куценко, А.П. Германюк Територіально-розподілені інформаційні комп'ютерні системи у єдиному інформаційному просторі: базові поняття та визначення. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*, т. 26, № 1, с. 89-112. DOI: <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2024.26.1.308647>.
- [3] О.Г. Додонов, Д.В. Ланде Мережева модель структурної живучості. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*, т. 23, № 1, с. 15-22. DOI: <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2021.23.1.235075>.
- [4] С.М. Лисенко, В.С. Харченко, К.Ю. Бобровнікова, Р.В. Щука. Резильєнтність комп'ютерних систем в умовах кіберзагроз: таксономія та онтологія. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, № 1, с. 17-28. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2020.1.02>.
- [5] А.А. Коваленко, Г.А. Кучук, В.М. Ткачов. Метод забезпечення живучості комп'ютерної мережі на основі VPN-тунелювання. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, т. 1, № 63, с. 90-95. DOI: <https://doi.org/10.26906/sunz.2021.1.090>.

UDC 004.41:658.8

IDENTIFYING NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR A CRM SYSTEM

Rudenko M.O., Sotnik S.V.

(maksym.rudenko@nure.ua, svetlana.sotnik@nure.ua)

Kharkiv National University of Radio Electronics (Ukraine)

The article discusses the problem of defining non-functional requirements when designing CRM systems. The authors argue that the traditional approach to developing information systems often focuses primarily on functional requirements, while non-functional characteristics remain insufficiently

formalized. This leads to problems with stability, security, scalability, and user satisfaction. The paper identifies and describes in detail the main groups of non-functional requirements: performance, security, scalability, usability, reliability, and portability. For each group, specific metrics and examples of formalization of requirements are given, such as a 99 % system availability guarantee, a response time of no more than two seconds, a recovery time of no more than 15 minutes, and a recommendation for a three-step process for basic operations. The conclusion of the work is that the correct definition and implementation of non-functional requirements at the CRM system design stage ensures its longevity, security, reliability, and efficiency, contributing to improved customer service quality and enterprise competitiveness.

Problem Statement.

Defining non-functional requirements is a very important process for most information systems, including CRM (Customer Relationship Management) [1-5]. Often, technical specifications for the development of CRM systems describe only functional capabilities in detail, such as creating, editing, searching for customers, working with deals, etc. However, non-functional characteristics of the system, such as security, scalability, and interface ergonomics, remain superficially described or are not formulated at all and are considered self-evident. The consequences of this are:

- reduced system stability as the number of users increases;
- database overload and response delays;
- low level of protection of customers' personal data;
- complexity of software support and updates and reduced user satisfaction with the system.

As we can see, ignoring all of the above consequences is unacceptable if a business needs an effective CRM system that can significantly increase the company's revenue, security, productivity, and competitiveness. Therefore, it is necessary to define non-functional requirements for the CRM system at the design stage, which will ensure proper quality and efficiency of operation.

Essence of study.

Non-functional requirements are a set of characteristics that determine the quality of the system's performance, its operational properties, usability, and reliability. They do not describe specific functions, but rather define the limitations or criteria that the system must meet.

Unlike functional requirements, which describe specific operations or processes, non-functional requirements characterize the behavior of the system in terms of performance, reliability, security, usability, scalability, and portability. The main groups of non-functional requirements that require special attention are shown in Figure 1.

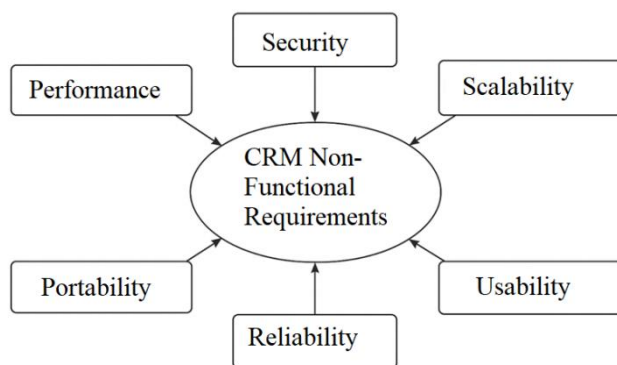


Figure 1. Main groups of non-functional requirements

Let's take a closer look at the main groups of non-functional requirements for a CRM system.

Let's start with system performance, which determines how quickly the software system or its individual parts respond to certain user actions under a given load. In most cases, this indicator explains how long a user has to wait before the target operation takes place, for example, a page is displayed, a transaction is processed, etc., taking into account the total number of users at the moment.

The security of a CRM system is another important aspect of non-functional requirements, as it contains confidential information about customers, financial transactions, contracts, and other business

data. Therefore, the system must implement multi-level protection, including data encryption and access rights management mechanisms.

Equally important is the scalability of the system, i.e., its ability to operate effectively as the number of users increases or the customer base expands. This is especially relevant for companies that are growing, opening new branches, or integrating CRM with other corporate services.

Usability is also a very important indicator of the system; it determines how intuitive, logically structured, and adapted the CRM interface is to different devices and the needs of different user categories, such as managers, administrators, and analysts.

Reliability is equally important, as it determines how likely it is that a system or its component will operate without failure for a specified period of time under predetermined conditions. Typically, when evaluating systems, this probability is expressed as a percentage.

Portability determines how a system or its component can be run in a given environment. It usually includes specifications for hardware, software, or other platforms of use. In simple terms, it determines how well the functions performed on one platform will perform on another.

In the next step, we will look at examples of formalizing non-functional requirements for a CRM system. Such systems usually operate with large amounts of data about customers, transactions, payments, and communication history. Therefore, high performance and availability are critical requirements. The system must ensure uninterrupted operation at least 99% of the time, as it is the heart of the company. The system response time should not exceed two seconds. This will allow users to quickly access information without delays or downtime.

Security is equally important, as CRM systems store confidential personal data of customers, commercial offers, and analytical information. Such data is protected through the use of modern cryptographic data transfer protocols, user authorization and authentication mechanisms, as well as action audit systems that allow tracking attempts at unauthorized access. Compliance with security requirements also contributes to compliance with international standards and regulations for personal data protection.

Another important feature is ease of use. Particular attention should be paid to reducing the number of steps required to perform typical operations, such as creating a new contact, recording a call, or generating a report. The number of steps required to perform basic operations should not exceed three. This will reduce the time users spend working with the system and increase their productivity.

It is also necessary to pay attention to the scalability of the CRM system at the beginning of development. It is very important to correctly assess how well the new system will be able to support expansion as the number of users and data increases or new company departments are connected. It is advisable to provide for a scalability reserve of at least two to three times the expected peak load during the first 1-2 years. This will prevent performance degradation as the number of users grows or the volume of data increases. It will also ensure stability during integrations or the addition of new features. If this is neglected, further reworking of the finished system can be very difficult and costly. It is often cheaper to develop a new solution than to modify an old one. Although refactoring outdated code is possible, sometimes the current architecture needs to be completely reworked to meet certain requirements.

Reliability cannot be overlooked. CRM must work stably even in cases of equipment failure or breakdown, which is achieved by backing up the database and implementing mechanisms for quick system recovery. The system recovery time should not exceed 15 minutes. Ease of maintenance allows developers to quickly fix bugs, update the program, and adapt it to changing business processes.

Conclusions

Therefore, non-functional requirements in CRM systems play a key role in ensuring stable, secure, and convenient user experience. For effective implementation of a CRM system, it is advisable to develop a set of quantitative metrics for establishing the necessary non-functional indicators at the development stage. Their correct definition and implementation create conditions for the effective use of the system at various business scales, contributing to improving customer service quality and the competitiveness of the enterprise, as well as reducing the risks of rapid system degradation and additional costs for updating the company's IT infrastructure. Thus, the study identified the main groups of non-functional requirements for a CRM system, which form the foundation for the development of a reliable, secure, and user-friendly system capable of effectively evolving alongside the business and ensuring high-quality customer service.

References

- [1] S. V. Sotnik, et al., “Analysis of searching methods for explosive objects using information

technology and computer modeling,” *Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ. 2024, pp. 20-22*

[2] S. Sotnik, M. Rudenko, “Evaluating relational database scaling strategies in web engineering,” *International Conference on Advanced Trends In Radioelectronics and Infocommunications (ATRIC-2025) (May 21–22, 2025), Lviv Polytechnic Publishing House, Lviv, Ukraine. 2025, pp. 224-228*

[3] A. Tverdokhlib, et al., “Intelligent tools for optimizing information and search engines,” *Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26. 2024, pp. 28-31*

[4] V.G. Kaponkin, et al., “The role of big data in improving functionality of search engines,” *The 8th International scientific and practical conference “European congress of scientific achievements” (August 12-14, 2024) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2024, pp. 69-76*

[5] С. Сотник, “Розробка автоматизованої інформаційно-пошукової системи вибору маніпулятора промислових роботів,” *Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2025, 1 (68), pp. 52-58*

УДК 004.738.5:910.4

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ КАРТ СПОГАДІВ ТА ПОДОРОЖЕЙ

Сілін М.Ю., Голуб Т.В., Куликовська Н.А., Тіменко А.В.

(br_lucky9@ukr.net, golub.tv6@gmail.com, gontar@zp.edu.ua, timenko.a@zac.org.ua)

**Національний університет «Запорізька політехніка» (Україна)
Запорізький авіаційний фаховий коледж ім. О. Г. Івченка (Україна)**

У роботі розроблено інформаційну систему для автоматизованої генерації візуальних карт спогадів та подорожей на основі геолокаційних даних користувача. Система забезпечує інтеграцію фотографій, відео та текстових нотаток з інтерактивними картографічними сервісами для створення персоналізованих мультимедійних історій подорожей. Реалізовано архітектуру на базі React з використанням Mapbox GL JS для картографічної візуалізації та Node.js з MongoDB для серверної частини. Функціонал включає автоматичне вилучення геолокацій з EXIF метаданих, алгоритм побудови оптимальних маршрутів подорожей, кластеризацію локацій за географічною близькістю та часовими інтервалами, а також генерацію анімованих візуалізацій переміщень. Тестування з групою 30 користувачів показало високу точність геолокації (96%), швидкість обробки 250 фотографій за 8 секунд та рівень задоволеності інтерфейсом 91%. Розроблена система дозволяє користувачам створювати інтерактивні цифрові спогади про подорожі з можливістю експорту та спільного використання.

Цифрові технології трансформували спосіб документування та збереження спогадів про подорожі. За даними досліджень, понад 65% мандрівників активно використовують цифрові пристрої для фіксації вражень під час подорожей, створюючи щорічно мільярди геотегованих фотографій та відео [1]. Водночас традиційні методи організації цифрових спогадів у вигляді хронологічних галерей не розкривають просторовий контекст подорожей та не забезпечують цілісного розуміння географічної історії переміщень.

Існуючі рішення для створення карт подорожей часто мають обмежений функціонал автоматизації, вимагають ручного введення локацій або не підтримують інтеграцію мультимедійного контенту. Комерційні платформи зазвичай орієнтовані на соціальний обмін та не надають повноцінних інструментів для персональної роботи з даними про подорожі [2].

Ключові проблеми включають відсутність автоматизованого вилучення просторово-часової інформації з мультимедійних файлів, складність побудови візуально привабливих та інформативних карт маршрутів, брак інструментів для аналізу географічних патернів подорожей та обмежені можливості персоналізації візуалізацій відповідно до естетичних переваг користувачів.