



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339867

РОЗРОБКА ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРФЕЙСУ МОЗОК-КОМП'ЮТЕР (стор. 6–12)

Huseyn Gasimov, Turkan Alibeyli, Hesen Hesenli, Asiman Ismayilov

Об'єктом дослідження є сигнали електроенцефалограми (ЕЕГ), отримані в результаті неінвазивного тесту, який реєструє електричну активність мозку шляхом розміщення невеликих датчиків (електродів) на шкірі голови. У роботі аналізуються патерни мозкових хвиль для моніторингу здатності до запам'ятовування учня.

Однією з ключових проблем сучасної системи освіти є невідповідність між здобутими випускниками компетентностями та динамічними вимогами ринку праці. Суттєвим чинником цієї невідповідності є індивідуальні відмінності у сприйнятті та обробці інформації студентами. Емпіричні дослідження свідчать, що, за винятком осіб із клінічно підтвердженими когнітивними порушеннями, люди демонструють різну здатність до запам'ятовування залежно від форми подання навчального матеріалу.

У межах дослідження було проаналізовано низку джерел щодо інтерфейсів мозок-комп'ютер, зокрема електроенцефалографії (ЕЕГ), та індивідуальних навчальних стилів. Запропоновано підхід на основі штучного інтелекту з використанням алгоритму дерева рішень для аналізу ЕЕГ-сигналів, отриманих за допомогою пристрою з 256 електродами. Для тренування та оптимізації моделі було використано відкритий набір даних із платформи Kaggle, що дало змогу класифікувати домінуючі способи запам'ятовування: читання, мультимодальний, слуховий та візуальний.

На прикладному етапі дослідження модель була застосована до групи з 32 студентів, які отримали незадовільні оцінки («F»). Виходячи з індивідуальних когнітивних профілів, визначених за допомогою ЕЕГ, їм було запропоновано навчальні матеріали у відповідній формі. В результаті застосування персоналізованого підходу спостерігалося суттєве покращення академічних результатів: студенти досягли оцінок «C», «B» і навіть «A» під час наступного оцінювання.

Запропонована модель демонструє потенціал до масштабування та ефективного визначення оптимальних методів навчання на індивідуальному рівні. Такий підхід сприяє підвищенню якості освітнього процесу завдяки впровадженню персоналізованих та нейроадаптивних стратегій навчання.

Ключові слова: електроенцефалографія (ЕЕГ), інтерфейс мозок-комп'ютер (ІМК), когнітивне профілювання, методи навчання, персоналізована освіта, штучний інтелект (ШІ), алгоритм дерева рішень, збереження пам'яті, нейроадаптивне навчання, освітні технології.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.342365

РОЗРОБКА МЕТОДУ LLM ЗАПИТІВ НА ОСНОВІ ПРАВИЛ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ТОЧНОСТІ В ЗАДАЧАХ ЕВОЛЮЦІЇ СХЕМ ПОДІЙ (стор. 13–19)

Малий Р. М., Сердюк П. В.

Об'єктом цього дослідження є процес вибору архітектурної стратегії для еволюції схеми подій у системах, що використовують підхід джерела подій. Цей процес включає складні архітектурні компроміси та є критично важливим завданням для підтримки цілісності та довгострокової життєздатності незмінного журналу подій.

Проблема, що вирішується, полягає в нестабільній продуктивності та обмеженій надійності стандартних технік запитів до ВММ, таких як навчання на кількох прикладах. Ці методи покладаються на евристичне зіставлення шаблонів і тому не мають систематичної основи, необхідної для ухвалення архітектурних рішень із високими ставками. Ця проблема ускладнюється суб'єктивністю, властивою ручному процесу вибору, що здійснюється інженерами.

Основним результатом є розробка методу «атомної таксономії», що базується на правилах. Цей підхід дозволив великомасштабним моделям (GPT-5, Gemini-2.5-pro) досягти ідеальної прогностичної продуктивності (1.0 Макро F1-оцінка), водночас погіршивши показники більшості моделей середнього розміру порівняно з базовим методом запитів на кількох прикладах.

Така розбіжність пояснюється когнітивними вимогами завдання. Запропонований метод переводить процес від евристичного зіставлення шаблонів до структурованого, композиційного мислення. Результати вказують, що великі моделі мають необхідні архітектурні можливості для виконання цієї формальної логіки, тоді як моделі середнього розміру перевантажені її когнітивною складністю, що робить простіший підхід на основі прикладів більш ефективним для них.

На практиці отримані результати надають чіткі, дієві рекомендації для архітекторів. Атомна таксономія слугує надійною основою для допомоги в ухваленні рішень вручну. Для автоматизованих систем підтримки її застосування рекомендується виключно з великомасштабними ВММ, здатними до просунутого мислення. Дослідження доходить висновку, що для систем, які використовують менші, більш ефективні моделі, традиційні запити на кількох прикладах залишаються більш надійною та кращою стратегією.

Ключові слова: еволюція даних, прийняття рішень, джерело подій, великі мовні моделі.

СИСТЕМИ ТА ПРОЦЕСИ КЕРУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339550

РОЗРОБКА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ В ГРОМАДСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ РОЗУМНОГО МІСТА (стор. 20–25)

Мацелюх Ю. Р., Литвин В. В., Бублик М. І.

Об'єктом дослідження є гібридна модель глибокого навчання для прогнозування пасажиропотоків. Пасажиропотоки є складними часовими рядами, на які впливає поєднання часових, просторових та операційних факторів. Дослідження розглядає фундаментальну невідповідність між стохастичним попитом пасажирів та статичною пропозицією транспортних послуг. Ця невідповідність призводить до операційної неефективності та зниження якості обслуговування пасажирів. Відсутність точних інструментів прогнозування перешкоджає оптимальному щоденному розподілу рухомого складу, обмежуючи ефективність транспортних операторів.

Була розроблена та перевірена гібридна модель глибокого навчання для прогнозування щоденних пасажиропотоків з високою точністю ($R^2 = 0,91$). Результати значно перевершують базові моделі та підходи, описані в наукових джерелах. Ця ефективність досягається складною стратегією, що поєднує вдосконалену інженерію ознак, що включає використання циклічних, затримуваних та ковзних середніх ознак. Цей підхід був поєднаний із моделюванням

залишків, що дозволило нейронній мережі фіксувати складні нелінійні відхилення. Крім того, надійні методи підготовки даних забезпечили можливість досягти високого рівня узагальнення моделі.

Результати дослідження демонструють, що запропонована нейронна мережа є ефективним інструментом для операційного планування. Результати роботи нейронної мережі сприяють оптимізації розподілу рухомого складу та покращують використання ресурсів. Як наслідок, це підвищує комфорт пасажирів, сприяючи сталому розвитку міської мобільності. Для практичного застосування модель вимагає достовірних історичних даних про пасажиропотік. Це дозволяє операторам зменшити економічні втрати від недостатньо завантажених транспортних засобів та запобігти переповненню у дні високого попиту.

Ключові слова: пасажиропотік, нейронна мережа, LSTM, громадський транспорт, розумне місто, моделювання залишків.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339322

ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОЗВ'ЯЗАННІ ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ (стор. 26–32)

Березуцький В. В.

У роботі розглянуто можливості, переваги та ризики впровадження штучного інтелекту (ШІ) в систему управління охороною праці. Зазначено, що використання інтелектуальних технологій сприяє підвищенню рівня безпеки на виробництві завдяки функціям автоматичного моніторингу умов праці, виявлення та прогнозування аварійних ситуацій, аналізу поведінки працівників у реальному часі. Розкрито потенціал ШІ у виявленні порушень безпеки, контролі за використанням засобів індивідуального захисту, реагуванні на небезпечні події та організації профілактичних заходів. Окрему увагу приділено технічним, правовим, етичним та організаційним ризикам, пов'язаним із впровадженням ШІ на підприємствах. У роботі проаналізовано ризики, пов'язані з використанням систем ШІ у сфері охорони праці на прикладі харчового підприємства з автоматизованою пакувальною лінією. Проведено аналіз інциденту травмування працівника внаслідок невиявлення його присутності системою ШІ, яка відповідає за візуальний контроль і координацію маніпуляторів. Застосування методу FMEA дозволило визначити основні джерела ризику: невиявлення людини в зоні дії системи ($RPN = 270$), відсутність інтеграції ШІ із системами аварійного зупину ($RPN = 192$), втрата зв'язку між модулями ($RPN = 140$). Усі ризики перевищують поріг $RPN > 100$, що свідчить про їх високий пріоритет. Обґрунтовано доцільність мультисенсорного підходу, впровадження fail-safe протоколів, а також необхідність модернізації проектних рішень з урахуванням взаємодії людина – машина. Проведено порівняння методу FMEA (failure modes and effects analysis) з методикою PTRSR (Probability – Time – Severity Risk), яка враховує фактор тривалості небезпеки, що підвищує точність оцінки ризику в умовах динамічного середовища. Запропоновано комбінований підхід до управління ризиками, який поєднує превентивний аналіз (FMEA) і оперативну оцінку в реальному часі (PTRSR), що підвищує ефективність контролю безпеки при використанні адаптивних ШІ-систем.

Ключові слова: штучний інтелект, охорона праці, управління ризиками, етика, правова відповідальність, автоматизація.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339773

РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З МІКРОСЕРВІСНОЮ РЕАЛІЗАЦІЄЮ (стор. 33–39)

Бакурова А. В., Білий В. В.

Об'єктом дослідження є процес попередньої оцінки вартості відновлення об'єктів інфраструктури, пошкоджених внаслідок війни в Україні. Предметом дослідження виступає інформаційно-аналітична система, що дозволяє частково автоматизувати цей процес.

Проблемою, що вирішувалася, є відсутність інструментів для прогнозування витрат на відновлення, оскільки наявні рішення обмежуються фіксацією руйнувань, візуалізацією та звітністю.

У ході дослідження розроблено підхід до прогнозування вартості відновлення пошкоджених об'єктів інфраструктури, що базується на використанні моделей машинного навчання (Linear Regression, Random Forest, XGBoost). Запропонований підхід дозволяє автоматично оцінювати очікувану вартість відновлення об'єктів на основі їх характеристик і ступеня пошкодження. Ці оцінки можуть слугувати базою для подальшого аналізу, зокрема для виявлення аномальних витрат та потенційних зловживань. Експериментальні розрахунки на відкритих даних показали, що застосування сучасних ML-моделей дозволяє оцінити вартість відновлення з похибкою 15–20%. Для практичного використання підхід реалізовано у вигляді окремого мікросервісу на Python, що гарантує гнучкість та масштабованість, та інтегровано в існуючу інформаційно-аналітичну систему (Laravel, Vue.js).

Розроблене рішення може бути застосоване державними та муніципальними структурами для моніторингу відновлення інфраструктури. Водночас слід враховувати, що моделі попередньо натреновано на відкритих наборах даних про пошкоджені об'єкти вартістю від 20 до понад 90 млн грн, які містять інформацію про тип об'єкту, площу, регіон тощо. Тому для успішного використання системи необхідні аналогічні структуровані та достовірні дані. За цих умов мікросервіс сприятиме підвищенню прозорості планування та ефективнішому управлінню процесами відбудови.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, Web, ML, прогнозування витрат, Linear Regression, Random Forest, XGBoost.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339881

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПУСКУ БПЛА ЛІТАКОВОГО ТИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ НАЗЕМНОЇ БЕЗПЛОТНОЇ ПЛАТФОРМИ (стор. 40–46)

Педченко Н. М., Янко А. С., Лактіонов О. І., Боряк Б. Р.

Об'єктом дослідження був процес запуску безпілотного літального апарата літакового типу. Безпілотні авіаційні комплекси військового призначення стрімко удосконалюються та стають все ефективнішими на полі бою та в тилу противника. Однак складне та мінливе середовище сучасного поля бою суттєво впливає на хід операцій підготовки та запуску безпілотних літальних апаратів. Тому забезпечення максимальної безпечності даних операцій буде одним з основних показників, які впливають на загальну ефективність застосування безпілотних комплексів. У той же час, операція запуску вимагає знаходження персоналу на відкритій місцевості. Тому актуальним завданням є пошук рішень по захисту екіпажів безпілотників від ураження противником. Таким рішенням може бути дистанційне керування запуском і безпілотного літального апарата. В роботі запропоновано варіант застосування наземних безпілотних платформ для дистанційного запуску безпілотних літальних апаратів літакового типу з метою зниження ймовірності враження противником екіпажів і обладнання безпілотних авіаційних комплексів. Здійснено моделювання та порівняння запуску безпілотного літального апарату літакового типу зі злітної смуги самостійно та за допомогою наземної безпілотної платформи. За результатами моделювання, запуск з платформи скорочує дистанцію розгону на 39,1% (зі 273,6 м до 166,7 м), а тривалість операції – більш ніж удвічі (з ~23 с до 9,2 с). У сукупності це дозволяє знизити ймовірність враження безпілотного обладнання противником. Додатковою перевагою цього способу

є зниження витрати пального. Він також дозволяє використовувати максимально ефективний для польоту гвинт, що неможливо при традиційному злеті. Зменшення вимог до міцності планера безпілотної авіації дозволяє знизити його масу. Це дозволяє збільшити масу бойової частини чи розвідувального обладнання.

Ключові слова: наземна безпілотна платформа, БПЛА, збереження життя військових, дистанційний запуск, моделювання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340229

РОЗРОБКА МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ОБРОБКИ РИЗИКІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ (стор. 47–55)

Копитін Ю. В., Копитіна М. В., Корчинський В. В.

Об'єктом дослідження є процеси формування оптимальних варіантів обробки ризиків інформаційної безпеки організації. Одним з найбільш проблемних місць є вибір з множини доступних варіантів обробки ризиків інформаційної безпеки засобів та заходів захисту, які дозволять незбитковим для організації чином знизити ризики інформаційної безпеки. Наявні моделі та методи є громіздкими, що унеможливує їх практичне використання, а також не враховують економічні особливості впровадження засобів та заходів захисту.

В ході дослідження використовувалися методи економічної теорії, що дозволили оцінити ефективність зниження ризиків інформаційної безпеки внаслідок впровадження набору засобів та/або заходів захисту інформації, та метод ABC-аналізу, що дозволив виділити найбільш ефективні серед них шляхом поділу їх на групи. Зазначене дозволило спростити процес оцінювання ризиків інформаційної безпеки та обрання оптимального набору засобів та заходів захисту. Запропонований метод передбачає розрахунок показників чистої поточної вартості та терміну окупності проекту. Це дозволяє власнику організації оцінити економічну ефективність від впровадження набору засобів та заходів захисту, а також зрозуміти, коли витрати на систему захисту інформації окупляться.

Отримано метод, який значно спростив процес зниження ризиків інформаційної безпеки незбитковою ціною. Це пов'язано з тим, що запропонований метод має ряд особливостей формування варіантів обробки ризиків інформаційної безпеки, зокрема він передбачає оцінку ефективності від впровадження кожного із засобів та/або заходів захисту та ранжирування їх по ефективності шляхом поділу на групи. Завдяки цьому забезпечується можливість створення ризик-орієнтованої системи захисту інформації. У порівнянні з аналогічними відомими моделями та методами це забезпечує на практиці спрощену процедуру обробки ризиків інформаційної безпеки.

Ключові слова: аналіз ризиків, обробка ризиків, управління ризиками, інформаційна безпека, економічна ефективність, ABC-аналіз.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.340267

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ПРЕЦЕДЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ (стор. 56–64)

Левикін В. М., Левикін І. В., Євланов М. В., Петріченко О. В.

Об'єктом дослідження є процеси прецедентного управління сукупністю взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів підприємства. Дослідження присвячено вирішенню проблеми прецедентного управління взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів підприємства, що використовують спільні ресурси. Дослідження у цій області направлено на розробку моделей, методів та технологій, які використовуються при управлінні бізнес-процесів підприємства.

Визначені та формально описані ціль та основні обмеження функціонального та процесного управління у вигляді множини бізнес-процесів, що інтегрують діяльність відповідних підрозділів підприємства. Основним недоліком такого управління пов'язані з невідповідністю між існуючою організаційною структурою підприємства, та наскрізними бізнес-процесами, які охоплюють декілька його підрозділів. Тому запропоновано перехід від процесного до управління наскрізними бізнес-процесами, що використовують спільні ресурси. Такій підхід передбачає виконання пошуку та адаптації прецеденту, його застосування та подальше збереження. В умовах обмежень на виконання бізнес-процесів використання прецедентного підходу дозволяє підвищити ефективність процесного управління. Запропоновано удосконалення методу прецедентного управління групою наскрізних бізнес-процесів. На відміну від існуючого, він дозволяє визначити пріоритети їх доступу до ресурсів з урахуванням обмежень на час їх виконання. Показником підвищення ефективності управління множиною бізнес-процесів є 100% їх виконання у встановлені за договором терміни, що поліпшує економічні показники підприємства.

Практичне застосування запропонованого удосконаленого методу прецедентного управління групою наскрізних бізнес-процесів дозволяє коригувати послідовності порядків запуску замовлень. Це виконується з урахуванням обмежень на терміни виконання кожного з бізнес-процесів, що дозволяє поліпшити процес управління замовленнями на підприємстві.

Ключові слова: процесний підхід, аналіз даних, прецедентний підхід, Case-based reasoning, пріоритети, метод управління, ресурси.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339717

МОДЕЛЮВАННЯ СУМІЩЕНИХ І РОЗНЕСЕНИХ ЛІНІЙ УПОРЯДКУВАННЯ В POINT MERGE: ВПЛИВ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ, ВЕРТИКАЛЬНИЙ ПРОФІЛЬ І БЕЗПЕРЕРВНІ ЗНИЖЕННЯ (стор. 65–70)

Маршалок Д. О., Луппо О. С.

Об'єктом дослідження є процес секвенування прибуттів у термінальних районах маневрування за концепцією Point Merge. Одним із проблемних місць є забезпечення стабільних часових інтервалів і підтримка профілів безперервного зниження за пікового попиту та збурень вітру, а також відсутність простих правил вибору між суміщеними та рознесеними лініями та їх перемикання. В ході дослідження використовувалися аналітичне моделювання геометрії дуг і правил direct-to-merge, параметризація процедур і цільових інтервалів, ймовірнісні моделі попиту та варіації швидкості, Монте-Карло симуляції на відкритих джерелах трафіку, погоди й служби аеронавігаційної інформації, статистичний аналіз, побудова проксі-індексу керуваності та правило перемикання з гістерезисом, а також аналіз чутливості. Отримано відтворену рамку для проектування та порівняння суміщених та рознесених ліній упорядкування з уніфікованими метриками. Це пов'язано з тим, що запропонований підхід поєднує прозору параметризацію геометрії з простим правилом перемикання завдяки гістерезису уникає частих коливань конфігурацій. Завдяки цьому забезпечується отримання практично однакових медіан на ідентичній геометрії, тоді як відмінності проявляються у «хвостах»: рознесені лінії зменшують ймовірність довгих петель і екстремальних горизонтальних ділянок. У порівнянні з аналогічними статичними рішеннями, перемикання з гістерезисом за пікового попиту знижує порушення часової роздільності до ≈ 17.5 в.п. і скорочує медіанний час горизонтальної ділянки на $\approx 4-9$ с при доданих ≈ 0.57 м.м., забезпечуючи кращу підтримку операцій без складних оптимізаторів. Обмеження: один кейс, екологічні висновки через проксі додаткової відстані та проксі-індекс керуваності. Подальші роботи – експерименти з моделлю людина-в-циклі, зв'язування з точними моделями льотних характеристик.

Ключові слова: злиття точок, послідовність етапів, безперервне зниження, пропускна здатність, інтервал ешелонування.