

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.310822

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ ТРАНСФОРМЕРІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОМИЛОК У ВИХІДНОМУ КОДІ (стор. 6–15)**Вохранов І. А., Булах Б. В.**

У цій роботі досліджується використання моделей на основі архітектури трансформерів для виявлення помилок у вихідному коді з метою кращого розуміння здатності цих моделей вивчати складні шаблони та зв'язки в коді. Традиційні інструменти статичного аналізу дуже обмежені у своїй здатності виявляти семантичні помилки, що призводить до численних дефектів, які переходять до етапу виконання коду. Це дослідження є кроком до вдосконалення статичного аналізу коду за допомогою нейронних мереж.

Експерименти були розроблені як завдання бінарної класифікації для виявлення помилкових фрагментів коду, кожен з яких націлений на певний тип дефекту, як-от NameError, TypeError, IndexError, AttributeError, ValueError, EOFError, SyntaxError і ModuleNotFoundError. Використовуючи набір даних «RunBugRun», який ґрунтується на результатах виконання коду, моделі – BERT, CodeBERT, GPT-2 і CodeT5 – були налаштовані та порівняні за ідентичних умов і гіперпараметрів. Ефективність оцінювалася за допомогою F1-Score, Precision і Recall.

Результати показали, що моделі на основі трансформерів, особливо CodeT5 і CodeBERT, були ефективними у виявленні різних дефектів, демонструючи їхню здатність вивчати складні шаблони коду. Однак продуктивність різнилася залежно від типу дефекту, причому деякі дефекти, такі як IndexError і TypeError, виявити складніше. Результати підкреслюють важливість високоякісних, різноманітних навчальних даних і висвітлюють потенціал моделей на основі трансформерів для досягнення більш точного раннього виявлення дефектів.

Майбутні дослідження мають продовжити вивчення передових архітектур трансформерів для виявлення складних дефектів і дослідити інтеграцію додаткової контекстної інформації в процес виявлення. Це дослідження підкреслює потенціал сучасних архітектур машинного навчання для вдосконалення практики розробки програмного забезпечення, що веде до більш ефективної та надійної розробки програмного забезпечення.

Ключові слова: трансформери, великі мовні моделі, виявлення помилок, виявлення дефектів, статичний аналіз коду, нейронні мережі.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.311746

ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНТЕГРАЦІЇ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ПРОДАЖІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ УКРАЇНСЬКОГО РИТЕЙЛУ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ КОМЕРЦІЇ (стор. 16–23)**Жук А. В., Усольцев І. О.**

Одна з найважливіших змін, які зараз зазнає діловий світ, – це прогресивний розвиток і впровадження цифрової комерції. Враховуючи стрімкий розвиток веб- та інтернет-технологій, електронна комерція зростає в глобальному масштабі та формується як окрема галузь економіки. Щорічно від 30 % до 70 % підприємств усіх країн (незалежно від рівня розвитку) переходять в онлайн-середовище. Особливо це стосується суб'єктів господарювання, які здійснюють торговельну діяльність.

Об'єктом дослідження є процес інтеграції багатоканальних продажів у роздрібній торгівлі в Україні, з акцентом на його вплив на ефективність та конкурентоспроможність підприємств на ринку. Проблема, що розглядається, полягає у визначенні найбільш ефективних методів і стратегій впровадження електронної комерції в українську економіку, яка перебуває під впливом воєнного стану та інших соціально-економічних факторів.

Основні результати дослідження показують, що інтеграція онлайн- і офлайн-каналів продажів значно підвищує продуктивність бізнесу. Було виявлено, що використання омніканальних платформ може значно покращити взаємодію з клієнтами та збільшити продажі. Зокрема, аналіз показав, що правильно інтегровані канали збуту можуть підвищити ефективність підприємств на 20–30 %.

Такі результати можна пояснити високим рівнем адаптованості українських компаній до нових технологій та їх здатністю швидко інтегрувати цифрові платформи у свої бізнес-процеси. Дослідження також підтвердило, що підприємства, які активно використовують багатоканальні стратегії, досягають вищих рівнів ефективності та конкурентоспроможності.

На практиці ці результати можна застосувати до реальних умов українських роздрібних торговців. Особливо це стосується малих і середніх підприємств, які прагнуть збільшити свою присутність на ринку за рахунок впровадження сучасних технологій та інтеграції різноманітних каналів збуту. Використання отриманих даних дозволить компаніям оптимізувати свої бізнес-моделі, розробити ефективні маркетингові кампанії та покращити взаємодію з клієнтами. Також, отримані результати можуть бути застосовані для аналізу багатоканальної торгівлі та цифрової комерції в інших країнах світу, що знаходяться на різних етапах розвитку ритейлу. Це дослідження також надає практичні рекомендації, які можуть бути корисними для міжнародних компаній та науковців, зацікавлених у підвищенні ефективності роздрібною торгівлі.

Ключові слова: електронна комерція, омніканальні продажі, інтеграція каналів, конкурентоспроможність ритейлу, цифрові платформи, український ритейл, ефективність бізнесу.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.312873

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ОПЕРАЦІЙ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ: ПІДХІД НА ОСНОВІ МАРКІВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ (стор. 23–28)**Максимов О. М., Тошев О. Т., Демиденко В. Е., Максимов М. М.**

Об'єктом цього дослідження є підхід до імітаційного моделювання бойової роботи артилерійських установок у комп'ютерних іграх на основі Марківських процесів. У сучасних комп'ютерних іграх важливу роль відіграє реалістичність і правдоподібність моделювання бойових дій. Однією з найскладніших і водночас найцікавіших задач є моделювання артилерійських операцій, де необхідно враховувати численні фактори, що впливають на ефективність бойової роботи.

Проведене дослідження було направлено на удосконалення методів і моделей керування бойовою роботою артилерійських установок за умов зміни вогневої позиції та наявності зовнішніх збурень. Використання стохастичних моделей дозволяє більш точно моделювати поведінку артилерійських підрозділів, враховуючи випадковий характер багатьох параметрів, таких як швидкість снаряда, час на перезарядку та ймовірність виявлення ворожими силами.

Запропонований підхід включає розробку імітаційної моделі, яка дозволяє визначити оптимальні стратегії для досягнення максимальної ефективності бойової роботи. Модель базується на Марківських процесах, що дозволяє враховувати можливі стани системи та ймовірні переходи між ними. Це дозволяє не лише моделювати бойові дії, але й прогнозувати результати залежно від різних сценаріїв.

Результати дослідження показують, що використання Марківських процесів у моделюванні бойових дій дозволяє значно підвищити реалістичність та ефективність артилерійських операцій у комп'ютерних іграх. Це відкриває нові можливості для розробників ігор у створенні більш захоплюючого та достовірного ігрового досвіду.

Запропонована модель може бути використана як основа для подальших досліджень та вдосконалення методів імітаційного моделювання бойових дій у комп'ютерних іграх. Це також може знайти застосування у військових симуляторах та тренажерах, де необхідно враховувати реалістичні умови бойової обстановки.

Ключові слова: імітаційне моделювання, комп'ютерні ігри, артилерійські операції, Марківські процеси, стохастичні моделі.

СИСТЕМИ ТА ПРОЦЕСИ КЕРУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.312743

РОЗРОБКА РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ ІТ-ПРОЕКТУ (стор. 29–38)

Борисов О. В.

Об'єктом дослідження є управління трудовими ресурсами в ІТ-проектах, де різноманіття культурних особливостей та комунікаційних практик може впливати на ефективність виконання завдань. Основною проблемою, яку вирішувалося в рамках цього дослідження, є визначення ключових факторів, що впливають на ефективність управління трудовими ресурсами в ІТ-проектах, і виявлення проблемних областей, які потребують коригування для підвищення продуктивності та якості роботи команд. Висновки дослідження показали, що ефективність управління трудовими ресурсами в ІТ-проектах значною мірою залежить від чотирьох основних агрегованих показників: комунікація та взаємодія, культурні фактори, лідерство та менеджмент, технічні та професійні навички. Зокрема, модель виявила, що покращення комунікації та взаємодії, а також лідерства та менеджменту має найбільший позитивний вплив на загальну ефективність. Натомість культурні відмінності можуть створювати бар'єри, що негативно впливають на результативність командної роботи. Отримані дані пояснюються тим, що ефективна комунікація та взаємодія є фундаментальними для координації роботи команди, забезпечення чіткості завдань та своєчасного обміну інформацією. Лідерство та менеджмент визначають мотивацію команди, стратегії вирішення конфліктів та загальну спрямованість діяльності. Негативний вплив культурних факторів пояснюється мовними бар'єрами, відмінностями в підходах до роботи та іншими культурними особливостями, що можуть ускладнювати взаєморозуміння та співпрацю. Ці висновки можуть бути використані на практиці в умовах ІТ-проектів, де працюють мультикультурні команди. Вони надають цінні вказівки для керівників та менеджерів щодо того, на які аспекти управління варто звертати найбільшу увагу для підвищення ефективності команд. Зокрема, слід впроваджувати ефективні комунікаційні практики, розвивати лідерські навички та стратегічне планування, а також враховувати культурні особливості та забезпечувати навчання та розвиток технічних та професійних навичок членів команди. Це сприятиме подоланню культурних бар'єрів, покращенню взаємодії та підвищенню загальної продуктивності ІТ-проектів.

Ключові слова: трудові ресурси, регресійна модель, ІТ-проект, дерево проблем, дерево рішень, ефективне управління командою ІТ-проекта.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.312707

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ВИМОГАМИ МАРКЕТИНГОВИХ ПРОЕКТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ (стор. 39–43)

Руденко О. М., Андрієнко В. О.

Об'єктом дослідження є процеси управління вимогами маркетингового проекту з використанням засобів інтелектуального аналізу даних та систем штучного інтелекту. Маркетингові проекти містять у собі велику кількість проектів різних типів, форматів та масштабів. У роботі розглядаються проекти, які ініціюються на діючому фармацевтичному підприємстві, яке виробляє ліки для локального ринку. Впродовж деякого часу підприємству необхідно виводити на ринок нові лікарські форми. Мова не йде про розробку нових інноваційних ліків. Зазвичай, це нові суміші з відомих складових, але за результатами світових досліджень, додавання до рецептури нових компонентів дає новий, додатковий ефект. Також, це може бути нова форма, наприклад, спрей або сироп для дітей, та інше. Тим не менш, щоб виготовити такий новий продукт та вивести на ринок, отримати прибуток, необхідно провести дослідження локального ринку з метою наявності аналогів, очікувань споживачів та спрогнозувати майбутні грошові потоки від продажів нових ліків. Щоб сформулювати вимоги для проекту створення та виготовлення нової лікарської форми підприємство ініціює маркетингові проекти. Саме такі маркетингові проекти є предметом дослідження.

В результаті маркетингового проекту аналізу ринку ліків необхідно сформулювати контури нового продукту та вимоги до проекту створення цього продукту – нового лікарського засобу. Збір та формування вимог є не тривіальною задачею. Тому в роботі запропоновано застосувати засоби інтелектуального аналізу даних, які будуть реалізовані на системах штучного інтелекту. В результаті була розроблена інтелектуальна модель управління вимогами маркетингових проектів фармацевтичної промисловості. Нетривіальність задачі формування вимог ґрунтується на тому, що вона є багатокритеріальною. Бажані вимоги, а відповідно, і майбутній продукт проекту залежать від: відсутності аналогічної лікарської форми на локальному ринку, наявності теоретичних та практичних фармакологічних

розробок у цьому напрямку, технічних та фінансових можливостей підприємства, очікувань стейкхолдерів та споживачів продукту. Застосування інтелектуальних інструментів дозволить уникнути конфлікту вимог та розробити лікарський засіб, який не тільки задовольнить очікування усіх учасників локального фармацевтичного ринку, а ще забезпечить прибуток підприємству-розробнику.

Ключові слова: маркетинговий проєкт, фармацевтична промисловість, вимоги до продукту, управління вимогами, інтелектуальна модель.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.313523

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТРАЕКТОРІЙ РУХУ СУДЕН В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДІЙ СУДНОВОДІЯ (стор. 44–55)

Пономарьова В. П., Носов П. С.

Об'єктом дослідження є процеси автоматизації в морській навігації для забезпечення безпеки руху суден шляхом прогнозування їх траєкторій в умовах складної акваторії, таких як вузкості, протоки та порти. У дослідженні було застосовано шість ключових етапів для створення комплексного методу кластеризації та прогнозування траєкторій суден на основі даних ECDIS.

На першому етапі було побудовано траєкторії руху суден відповідно до категорій ризику, використовуючи алгоритми LCSS та DTW для порівняння запланованих і фактичних траєкторій. Це дозволило точно ідентифікувати відхилення від курсу та визначити потенційно небезпечні ділянки траєкторії. Другий етап реалізував кластеризацію за допомогою алгоритмів DBSCAN та GMM. DBSCAN використовувався для ідентифікації щільності точок у просторі, а GMM забезпечував моделювання ймовірностей кластерів, що дозволило краще визначити зони ризику. Третій етап застосував алгоритм стискання Douglas-Peucker для зменшення кількості точок у траєкторіях, що дозволило зберегти ключові характеристики та оптимізувати обробку даних. На четвертому етапі було проведено оцінку стабільності руху суден за допомогою перетворення Фур'є, що дозволило виявити високочастотні коливання, які можуть свідчити про нестабільність руху, спричинену змінами курсу або швидкості. П'ятий етап включав нечітку кластеризацію траєкторій за допомогою моделі Гауссових змішувань (GMM), що дозволило моделювати ймовірності небезпечних траєкторій з урахуванням невизначеності навігаційних параметрів. На завершальному етапі було використано багат шарову нейронну мережу (MLP) для прогнозування майбутніх точок траєкторій суден. Модель показала високу точність у прогнозуванні координат судна, що дало змогу своєчасно коригувати траєкторії.

Експериментальні результати показали, що розроблений метод підвищив точність прогнозування траєкторій суден до 72–81 %, а також значно зменшив кінцеву похибку, що забезпечує ефективне управління ризиками під час складної навігації.

Ключові слова: маневрування у стиснених водах, аварійні ситуації, надійність роботи, оптимізація процесів керування, кермове управління, модуль автоматичного керування.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.313960

ЗАСТОСУВАННЯ ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНТИНГЕНТУ ОДЕРЖУВАЧІВ ПЕНСІЙ ЗА ВІКОМ В УМОВАХ СИСТЕМНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ (стор. 56–62)

Зарудний О. Б., Коваль Р. Г.

Об'єктом дослідження є математичні моделі для прогнозування контингенту одержувачів пенсій в умовах невизначеності, спричиненої як реформуванням пенсійної системи, так і впливом збройної агресії. На основі дослідження статистичної інформації про структуру та динаміку контингенту одержувачів пенсій, запропоновано підхід до розкриття системної невизначеності у задачі прогнозування контингенту одержувачів пенсій. Дана робота є частиною дослідження застосування методів інтелектуального аналізу даних та математичного моделювання в інформаційній технології, призначений до використання у пенсійній системі. Основна увага в даній роботі приділена прогнозуванню динаміки контингенту одержувачів пенсій за віком, зокрема прогнозуванню кількості новопризначених пенсій. Складність прогнозування контингенту одержувачів пенсій, зокрема за віком, пов'язана з тим, що необхідно забезпечити репрезентативність та варіабельність наборів даних. Крім того, потрібно враховувати те, що значна кількість факторів повинна бути включена в модель згідно вимог нормативних документів. Проблемним питанням є й те, що часові ряди досліджуваних показників, наприклад таких, як дані про страховий стаж застрахованих осіб (за результатами вибіркового дослідження), можуть містити значну (більше 40 %) пропусків, які заповнити можна лише на підставі первинних (паперових) документів. Тому вхідні набори даних сформовані з припущеннями стосовно ймовірності накопичення страхового стажу у різних груп застрахованих осіб. У роботі запропоновано аналітичний інструментарій, заснований на використанні ймовірнісно-статистичних моделей у формі мереж Байєса, призначений до використання у спеціалізованих системах підтримки прийняття рішень пенсійної системи України. Пропозиції, представлені в роботі дозволять підвищити стійкість пенсійної системи України, в тому числі, за рахунок більш точного визначення динаміки контингенту одержувачів пенсій, і, відповідно, витрат на виплату пенсій. Пропоновані моделі та методи можуть бути використані у складі систем підтримки прийняття рішень органів державного та публічного управління для аналізу результатів реформування системи пенсійного забезпечення.

Ключові слова: мережа Байєса, невизначеність, пенсійна реформа, інтелектуальний аналіз даних, ймовірнісно-статистичні моделі, одержувачі пенсій.