

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота є складовою частиною проекту по розробці платформи для дистанційного навчання вищої математики, що базується на мікросервісній архітектурі.

Метою роботи є розробка модуля аналітики з елементами рекомендаційної системи.

У функціональність модуля входить:

- рекомендації користувачам-студентам, що прослухали курс і пройшли тестування, повторно опрацювати погано засвоєні теми;
- прогноз фінальної оцінки прослуханого курсу;
- рекомендації автору курсу звернути увагу на теми, які традиційно погано засвоюються студентами.

Прогнозування виконується на основі методу пошуку асоціатвних правил.

Для розробки рекомендаційної системи використані СУБД PostgreSQL, мова програмування Python в рамках фреймворка Django.

Робота протестована на результатах реально пройдених тестів.

ABSTRACT

The graduation work is a part of the project to develop a platform for distance learning in higher mathematics, based on a microservice architecture.

The aim of the work is to develop an analytics module with elements of a recommendation system.

The functionality of the module includes:

- recommendations to users-students who have taken the course and been tested to rework poorly learned topics;
- prediction of the final assessment of the course;
- recommendations to the author of the course to pay attention to the topics that are traditionally poorly understood by students.

Prediction is made on the basis of the method of search of associative rules.

For the development of the recommendation system used DBMS PostgreSQL, the programming language Python within the framework of Django framework.

The work is tested on the results of really passed tests.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа является составной частью проекта по разработке платформы для дистанционного обучения высшей математике, базирующейся на микросервисной архитектуре.

Целью работы является разработка модуля аналитики с элементами рекомендательной системы.

В функциональность модуля входит:

- рекомендации пользователям-студентам, прослушавшим курс и прошедшим тестирование, повторно проработать плохо усвоенные темы;
- прогноз финальной оценки прослушанного курса;
- рекомендации автору курса обратить внимание на темы, которые традиционно плохо усваиваются студентами.

Прогнозирование выполняется на основе метода поиска ассоциативных правил.

Для разработки рекомендательной системы использованы СУБД PostgreSQL, язык программирования Python в рамках фреймворка Django.

Работа протестирована на результатах реально пройденных тестов.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОСВІТНІХ ПЛАТФОРМ.....	9
1.1 Рекомендаційна система освітньої платформи Stepik	10
1.2 Рекомендаційна система освітньої платформи edX.....	11
1.3 Рекомендаційна система освітньої платформи Coursera.....	14
1.4 Висновки.....	15
2 СПЕЦИФІКА АНАЛІТИЧНОГО МОДУЛЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	16
2.1 Особливості створення рекомендацій для нематематиків	16
2.2 Використання інтелектуального аналізу даних для побудови рекомендаційних систем.....	17
2.3 Аналіз алгоритмів інтелектуального аналізу даних та їхнє використання в проєктованому додатку	19
2.4 Висновки.....	20
3 РЕАЛІЗАЦІЯ І ТЕСТУВАННЯ МОДУЛЮ АНАЛІЗУ ДАНИХ.....	21
3.1 Місце сервісу аналітики в загальній архітектурі системи.....	21
3.2 Основні функції модуля аналізу даних	22
3.3 Інструменти розробки, необхідні для побудови аналітичного модуля з елементами рекомендаційної системи.....	22
3.4 Елементи загальної бази даних для мікросервісу	23
3.5 Проведення тестування з метою наповнення бази даних для аналітичних алгоритмів	25
3.6 Метод асоціативних правил для вирішення задачі прогнозування.....	28
3.7 Програмні модулі реалізації мікросервіса аналітики	32
3.8 Тестування.....	36
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42
ДОДАТОК Перелік питань зі шкільної математики та варіанти відповідей на них	44

ВСТУП

Протягом довгих років багато шкіл, університетів та інших навчальних закладів намагається оптимізувати освітній процес, впроваджуючи сучасні методики навчання. Не виключенням є і онлайн-курси, які набувають все більшої популярності сьогодні. Крім використання напрацювань минулих років у вигляді величезного обсягу теоретичної інформації та практичних завдань, виникає проблема їхнього впровадження в надані тематичні курси навчальних онлайн-платформ.

На даний момент більшість сайтів цього типу мають достатню гнучкість та інструментарій, що дозволяє викладачам навчальних закладів розміщувати матеріали за своїми предметами на схожих інтерактивних майданчиках без особливих труднощів. Однак, проблема коректного сприйняття матеріалу учнями все ще залишається актуальною: лектори не можуть в повній мірі визначити, наскільки якісно слухачі сприйняли даний їм матеріал.

Особливу увагу варто приділити точним наукам, зокрема математиці. Сучасні методики освіти вчать працювати за шаблоном відомими способами, не даючи можливості логічно міркувати при навчанні. Бажано, аби формат навчання був таким, що ґрунтується на отриманні зацікавленості з боку студентів, які думають, що математика занадто «суха».

Серед онлайн-платформ, які надають можливість викладачам формувати курси для своїх дисциплін, варто виділити Stepik, Coursera, EdEra, Khan Academy, edX тощо. Всі вони дозволяють створювати на своїй базі навчальні курси за гроші або безкоштовно. На жаль, вищезгадані освітні майданчики підтримують класичну концепцію викладання матеріалу: слухач заходить на курс, обирає та проходить теоретичний

модуль, після чого зустрічається з практичним тестом, який не так вже й складно списати, адже завдання і питання в ньому залишаються кожен раз без змін – одні й ті ж самі. Максимум, який доступний викладачеві для перевірки знань – графік про прогрес навчання на курсі того чи іншого студента, що, очевидно, не може не призвести до погіршення якості освіти. В наслідок цього ми спостерігаємо розвиток наступних проблем в навчанні:

1) студенти частіше не розуміють про що йде мова на курсі з огляду на погану візуалізацію теоретичного матеріалу;

2) класичний підхід до вивчення точних дисциплін не є ефективним в такому форматі навчання – немає гарантій того, що студент якісно опанував запропонований матеріал;

3) немає гнучкої системи рекомендацій, яка допомогла б студентові почати навчання з певної теми;

4) через неможливість відстежувати дії студента на курсі, зникає довіра до виданого йому сертифікату про закінчення навчання (якщо такий є).

Крім цього, для організації більш якісного освітнього процесу в онлайн-режимі та освоєння точних дисциплін, на нашу думку, інтерактивні навчальні платформи повинні підтримувати наступний функціонал:

1) аналіз прогресу студента в достатній мірі, що дозволяє точно визначити, наскільки він розбирається в темі курсу;

2) наявність вхідних тестів для визначення рівня теоретичної підготовки студенту до курсу;

3) контрольні завдання, адаптовані до рівня підготовки студента.

На жаль, наведені раніше освітні онлайн-системи не підтримують описані інструменти та не дають можливості вирішити проблеми, про які йшла мова вище.

У зв'язку з цим, з'являється необхідність адаптувати тести під студентів. Першим кроком до цього, на нашу думку, є аналіз результатів вхідного тестування з метою прогнозування подальшої успішності студентів та розробка рекомендацій з вивчення (для студентів) та надання вихідних даних для механізму адаптації курсів (для викладачів).

Виходячи з цього, була сформульована мета роботи – розробка незалежного модуля аналітики освітньої платформи, що містить елементи рекомендаційної системи.

Для досягнення ключових результатів необхідно:

- 1) порівняти рекомендаційні системи існуючих освітніх платформ;
- 2) сформулювати характерні особливості студентів-нематематиків;
- 3) проаналізувати можливі технології аналізу даних, потрібних для побудови рекомендаційної системи;
- 4) розробити незалежний аналітичний модуль, що містить елементи рекомендаційної платформи;
- 5) реалізувати механізм, що зєднає цей модуль з іншою частиною освітньої платформи.

1 ОГЛЯД РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОСВІТНІХ ПЛАТФОРМ

Перш ніж розпочати розробку незалежного аналітичного модуля, слід сформулювати деякі поняття.

Рекомендаційна система – така структура, що дозволяє зіставити користувача з релевантним контентом в тій чи іншій предметній області. Зазвичай виділяють три основні класи таких систем:

– структури, які засновані на фільтрації контенту: вони пропонують користувачеві контент, схожий на той, який він вивчав раніше. Як приклад можна навести соціальну мережу Instagram, де в перші дні використання додатку користувачеві пропонуються публікації на абсолютно різні теми, однак, після перших зазначених ним вподобань, система починає підкидати подібні вподобаним постам публікації;

– системи, які використовують колаборативну фільтрацію – пропонують матеріал, який сподобався схожим на нього користувачам. Як приклад можна навести таку ситуацію: існують три користувача – П1, П2 та П3. Для користувача П1 характерні обставини С1, С2, С3 і С4. Користувачеві П2 характерні події С1, С3 і С4, проте він не дає перевагу події С2. Користувач П3 воліє події С2, С3 і С4, але він не знайомий з С1. Як ми бачимо, обставини С3 і С4 характерні всім трьом користувачам, тому, на підставі існуючих даних, можна зробити висновок, що користувачеві П3 найімовірніше характерна подія С1, отже дану подію слід рекомендувати користувачеві П3;

– гібридні системи, що комбінують два попередніх підходи. Прикладом такої системи можна вважати платформу YouTube, яка радить канали, що підходять не тільки певного користувача, а й людям, яким подобається схожий контент. [1]

В нашій предметній області, під релевантним контентом будемо розуміти курси за певними академічними дисциплінами, а також теми уроків цих курсів.

1.1 Рекомендаційна система освітньої платформи Stepik

Stepik – освітня інтернет-платформа, яка являє собою конструктор онлайн-курсів. Майданчик охоплює такі теми курсів: програмування, математика, інформатика, статистика та аналіз даних, біологія та інші. Система підтримує можливість створення інтерактивних уроків з відео і різних типів завдань для слухачів курсу.

Безумовно, сильною стороною Stepik є тестуючий модуль, однак, що стосується аналізу отриманих даних – платформа сильно відстає: у безкоштовної версії викладачеві доступний дуже обмежений функціонал. У зв'язку з тим, що уроки, з яких складається курс, розділені на кроки, творець курсу може спостерігати скільки людей опанувало урок повністю, не маючи можливості переглядати кожен крок окремо (рис. 1.1). Це є дійсно великою проблемою, так як в деяких випадках може вводити ментора в оману з приводу успішності студентів.

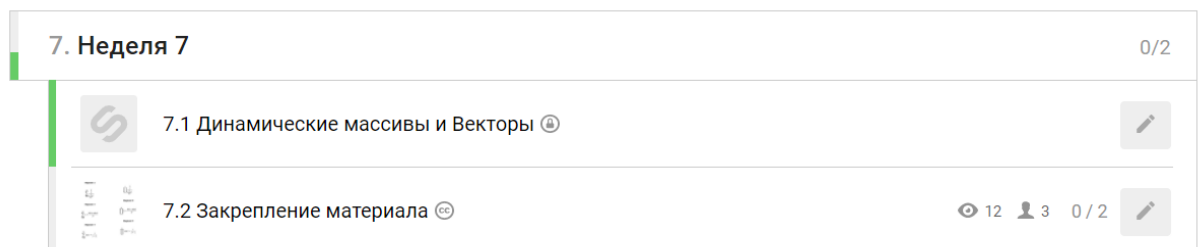


Рисунок 1.1 – Кількість користувачів, що переглянули урок (12) та пройшли всі кроки в ньому (3)

Крім цього, викладач може переглядати статистику про тих користувачів, хто підписався та пройшов курс, загальні відомості про курс: кількість модулів, уроків і кроків (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Вкладка «Статистика» в розділі «Аналітика» курсу

Що стосується користувача-студента, то йому доступний більший функціонал: після проходження того чи іншого курсу пропонується кілька курсів на суміжні теми, які були б цікаві користувачеві.

Варто відзначити, що рекомендаційна система даної платформи відноситься до класу гібридних систем.

1.2 Рекомендаційна система освітньої платформи edX

edX – безкоштовна інтернет-платформа онлайн-курсів з вільним вихідним кодом, створена Масачусетським інститутом технологій та

Гарвардським університетом в 2012 році [2]. На сьогоднішній день існує більше 50-ти освітніх установ, які співпрацюють або планують співпрацювати з даним ресурсом.

Особливість платформи полягає в тому, що окремий викладач не має можливості зареєструвати свій власний курс, так як викладати курси можуть тільки окремі організації або навчальні заклади, попередньо заплативши за можливість бути партнером ресурсу. Для цього необхідно пройти певну співбесіду з представниками edX, заповнити анкету (рис. 1.3), вказавши можливу кількість студентів, що вплине на вартість участі в партнерській програмі [3].

**Upgrade Your Corporate Learning Strategy
with edX For Business**

Your First Name* Your Last Name*

Volodymyr Samburskyi

Your Corporate Email Address*

volodymyr.samburskyi@stud.onu.edu.ua

Your Phone Number (Optional)

Ukraine (Україна) +380 973227477

Which Describes the Scale of Your Company's Needs?

eLearning for My Entire Organization
 eLearning for Specific Teams
 eLearning for Managers
 eLearning for Executives

REQUEST INFO →

Рисунок 1.3 – Заповнення анкети на участь в партнерській програмі

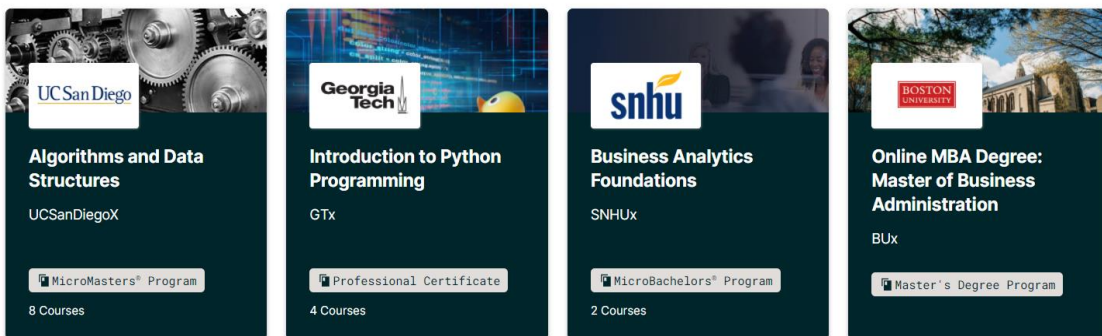
Що стосується студентів, то вони мають можливість пройти деякі курси безкоштовно, проте отримати сертифікат вони можуть тільки за

гроші. Приклад – відомий курс «CS50's Introduction to Computer Science» від Гарвардського університету, вартість отримання сертифікату якого становить 199 доларів [4], на відміну від, наприклад, української платформи Prometheus, де цей сертифікат дається безкоштовно [5].

Однак, роботу рекомендаційної системи цієї платформи можна спостерігати ще до приєднання користувача до курсу: при реєстрації на ресурсі йому задають ряд питань, відповіді на які формують стартову сторінку, де відображені рекомендовані курси (рис. 1.4). Це – приклад системи, заснованої на фільтрації контенту.

Programs (353 results)

Show (353) >



Courses (3405 results)

Show (3405) >



Рисунок 1.4 – Стартова сторінка платформи edX з рекомендованими курсами

На окрему увагу заслуговує інтелектуальна система перевірки вирішених користувачами завдань. Однак, щоб ця система працювала,

автор курсу повинен описати тестуючі методи мовою програмування Python, що дуже незручно для переважної більшості викладачів, зважаючи на відсутність знань та навичок в цій сфері.

1.3 Рекомендаційна система освітньої платформи Coursera

Coursera – проект співробітників Стенфордського університету, заснований 2012 року. Як і edX, Coursera надає освітнім установам можливість публікувати свої курси, тести та іспити на різні теми. Окремі викладачі також не мають можливості самостійно створювати курси по своїх предметах, будучи не прив'язаними до того чи іншого навчального закладу або організації.

Користувачам, які зацікавлені в проходженні курсу, пропонується пройти його безкоштовно та, при необхідності, купити сертифікат.

Кожен курс складається з декількох тижнів, в кінці кожного тижня слухачеві пропонується пройти тест для закріплення отриманих знань. Однак, при проходженні одного з тестів на курсі «Algorithms, Part I» Принстонського університету, помічено, що правильність відповідей ніяк не контролюється (рис. 1.5).

Можливо, викладач ніяк не вказав правильні відповіді для того чи іншого питання в тесті. В такому випадку, не ясна кінцева мета системи тестування знань студента. Також можна помітити, що з усієї інформації, запропонованої студенту, є тільки фінальний бал за тест – система не радить теми для повторення, не прогнозує бали за весь курс тощо.

Для використання інтелектуальної системи перевірки вирішених користувачами завдань, як і на платформі edX, автор курсу повинен описати тестуючі методи мовою програмування Python.

: Analysis of Algorithms (ungraded)

✓ Поздравляем! Вы прошли тест!
для успешного прохождения 100% или выше

Продолжить обучение

ОЦЕНКА
100 %

Interview Questions: Analysis of Algorithms (ungraded)

общий балл 3

1. **3-SUM in quadratic time.** Design an algorithm for the 3-SUM problem that takes time proportional to n^2 in the worst case. You may assume that you can sort the n integers in time proportional to n^2 or better.

Note: these interview questions are ungraded and purely for your own enrichment. To get a hint, submit a solution.

1231

✓ Правильно

Hint: given an integer x and a sorted array $a[]$ of n distinct integers, design a linear-time algorithm to determine if there exists two distinct indices i and j such that $a[i] + a[j] == x$.

1 / 1 балл

Рисунок 1.5 – Вочевидь невірні відповіді на питання дали максимально можливий бал за тест

1.4 Висновки

Проаналізувавши розглянуті вище освітні платформи і, зокрема, їх рекомендаційні системи, дійдемо до наступних висновків:

1) з трьох описаних платформ-гігантів, тільки Stepik надає можливість безкоштовно, хоч і з обмеженим функціоналом, створювати курси окремим викладачам, які можуть переглядати прогрес проходження курсів студентами. Ця відмінна риса робить дану платформу монополістом серед інших майданчиків;

2) жодна з платформ не надає студентіві рекомендації по темам, які були погано ним засвоєні: власне Stepik просто не зараховується той чи інший тест, якщо дана невірна відповідь; edX та Coursera ж – повідомляють тільки фінальний бал за пройдений тест;

3) з огляду на те, що кожна платформа намагається охопити якомога більше сфер науки, вони не концентруються на якійсь певній дисципліні, хоча, це дуже важливий аспект у підході викладання.

2 СПЕЦИФІКА АНАЛІТИЧНОГО МОДУЛЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Особливості створення рекомендацій для нематематиків

Як було сказано раніше, існуючі підходи освітніх платформ до викладання тих чи інших матеріалів лекцій мають один загальний шаблон: слухач заходить на курс, вивчає теорію, потім проходить тест. Кожна нова ітерація цього процесу не передбачає перевірки отриманих раніше знань перед новою темою, що неприйнятно, на наш погляд, для вивчення математики, оскільки необхідно отримувати якомога більше практики та розвивати логічне мислення для подальшого просування по курсу. Зокрема, важливо застосувати певне вхідне тестування для оцінки готовності слухача до сприйняття курсу. На жаль, пропонована нам математика (в більшості випадків) – суха та нецікава наука, яку повинен знати кожен. Однак, як саме заманити студентів нематематичних спеціальностей вивчати цю складну, нудну дисципліну? Відповідь варто шукати в психології.

Як відомо, існує кілька типів мислення людини: математичний, художній, гуманітарний і практичний. Перший передбачає, що думки виражаються у вигляді структур та формул, фіксованих у вигляді відносин між ними; велика частина розділів математики буде даватися індивідуумам цього типу мислення найлегше.

Трохи складніше – люди з гуманітарним розташуванням: умовиводи представлені в формі понять або висловлювань, які фіксують відносини між позначеними предметами. Найімовірніше, найлегшою математикою для них буде дискретна.

Особистостям з художнім менталітетом властиво сприймати інформацію у вигляді об'єктів й образів. Кожна нова думка – перетворення інформації за допомогою дій з образами. В таких людей не буде проблем з опануванням «просторової» математики.

Останній тип – люди з практичним складом розуму, відмінна риса яких – перетворення інформації за допомогою предметних дій, результатом чого є думка, втілена в новій конструкції. [6]

Знання про менталітети того чи іншого користувача допоможуть якомога точніше підлаштувати під нього курси, тести та власне рекомендаційну систему освітньої платформи в цілому.

Не менш важливу роль відіграє ставлення людей з різним типом мислення до оцінки їх знань, проте даний аспект можна вивчити лише емпірично за допомогою різних питань.

2.2 Використання інтелектуального аналізу даних для побудови рекомендаційних систем

Інтелектуальний аналіз даних (або Data mining) – це процес виявлення корисної інформації у великих наборах інформації. Data mining використовує математичний аналіз для виявлення закономірностей і тенденцій в існуючих даних. Як правило, такі закономірності складно знайти при традиційному аналізі зважаючи на великі обсяги оброблюваної інформації.

Використання можливостей інтелектуального аналізу даних допоможе нам точно відокремити знання про реальний прогрес навчання від інформаційного шуму.

Data mining – тільки невелика частина в циклі аналізу: сюди входять і інші процеси, такі як:

- очищення даних від шуму і протиріч;
- об'єднання декількох джерел даних в один (якщо є така можливість);
- вилучення інформації, необхідної для проведення аналізу, з бази даних;
- перетворення і об'єднання даних у форми для майнінгу;
- застосування інтелектуальних методів (безпосередньо Data mining);
- виявлення відповідних патернів, заснованих на деяких мірах цікавості;
- візуалізація знань – очищених, оброблених та проаналізованих даних – користувачеві (рис. 2.1).

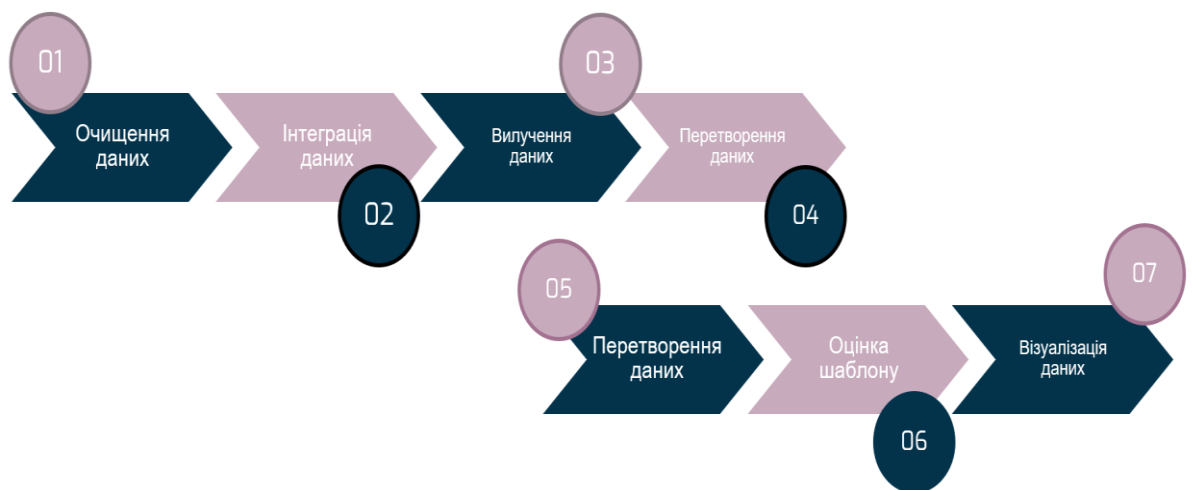


Рисунок 2.1 – Етапи інтелектуального аналізу даних

Коли всі ці процеси будуть завершені, знання можна буде використовувати в проєктованих додатках. [7]

2.3 Аналіз алгоритмів інтелектуального аналізу даних та їхнє використання в проектованому додатку

Описані вище технології аналізу даних використовують велику кількість алгоритмів обробки інформації, які можна використовувати в додатках подібного роду:

1) C4.5 – алгоритм побудови дерев рішень. Він використовує критерій інформаційної ентропії. Алгоритм легко інтерпретується та результат його роботи зрозумілий людині [8]. Його можна використовувати для вирішення задачі класифікації – з'явиться можливість перевіряти успішність проходження курсу студентами (успішно / неуспішно, визначати вхідний рівень теоретичної підготовки (низький / середній / високий), що дозволить підлаштовувати під студента або групу студентів пропоновані викладачем завдання;

2) метод k-найближчих сусідів використовується для вирішення задачі класифікації. Він відносить об'єкти до класу, якому належить більшість з k його найближчих сусідів в багатовимірному просторі ознак [9]. За допомогою даного алгоритму можна буде визначати успішність проходження курсу групою студентів (добре / нормально / погано), що дасть можливість адаптувати курс для майбутніх груп;

3) генетичний алгоритм являє собою метод вирішення завдань оптимізації, заснований на процесах природного відбору (мутація, схрещування, відбір) і є частиною ширшого напрямку штучного інтелекту – еволюційних обчислень [10]. Теоретично, цей алгоритм можна застосувати для того, щоб виключати питання по тим темам, на які з першого разу успішно відповіли, наприклад, 90% слухачів;

4) алгоритм Apriori шукає асоціативні правила і застосовується по відношенню до баз даних, що містять величезну кількість транзакцій.

Вивчення асоціативних правил – це техніка, що застосовується в data mining для вивчення співвідношень і відносин між змінними бази даних. З його допомогою користувачам може бути запропонований прогноз оцінки за весь курс, на підставі оцінки за пройдений тест [11]. При цьому алгоритм буде використовувати зібрані історично дані про проходження тесту і курсу в цілому іншими користувачами.

Крім цього, рекомендаційна система може радити студентові теоретичні матеріали по тих задачах, на які було дано невірну відповідь за допомогою використання спеціальних запитів до бази даних[12].

2.4 Висновки

1) Рекомендаційна система аналітичного модулю освітньої платформи може містити в собі велику кількість різних алгоритмів інтелектуального аналізу даних, які дозволять підтримувати різні функції: перевірку студентів на списування, визначення прохідного балу на курс, аналіз засвоєння тем курсу, прогнозування фінальної оцінки за курс тощо.

2) На данному етапі було вирішено зупинитися на можливості прогнозувати фінальну оцінку за цілий курс, тому що, на нашу думку, така інформація буде додатково стимулювати студентів завершити курс.

3) Для реалізації можливості прогнозування оцінок було вирішено використати алгоритм асоціативних правил Apriori, особливістю якого є можливість обробляти велику кількість даних за прийнятний час.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ І ТЕСТУВАННЯ МОДУЛЮ АНАЛІЗУ ДАНИХ

3.1 Місце сервісу аналітики в загальній архітектурі системи

Модуль аналізу даних реалізується як мікросервіс платформи дистанційного навчання (рис. 3.1).

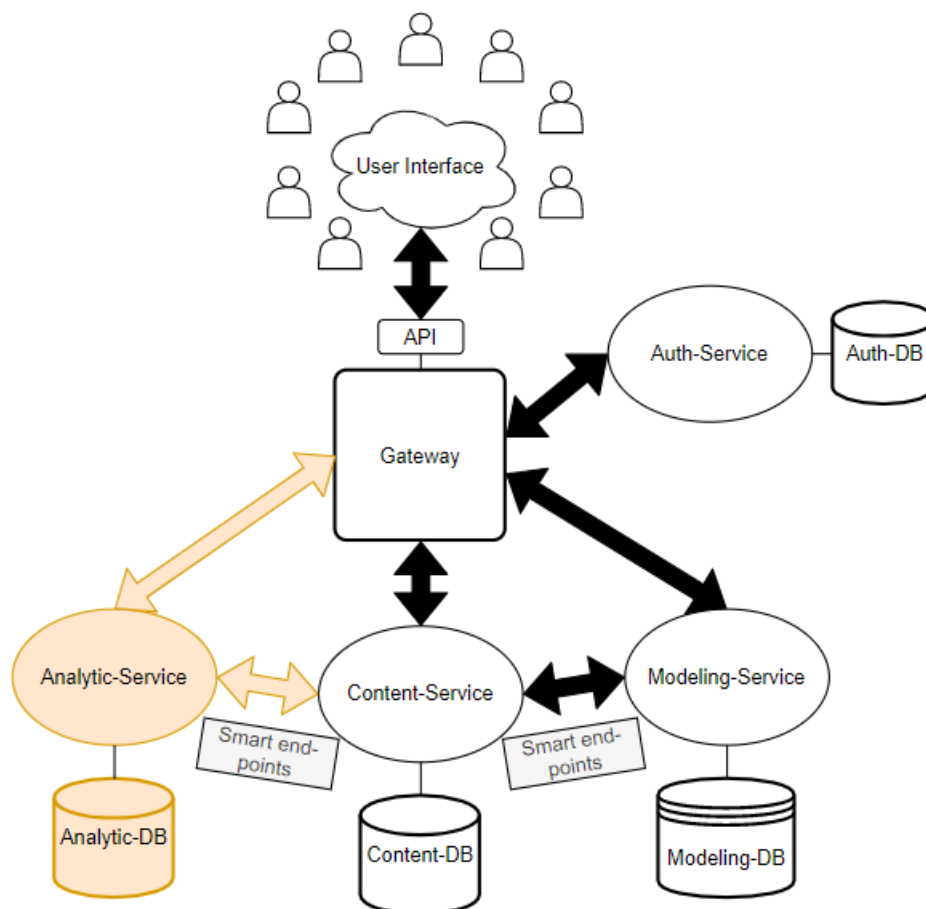


Рисунок 3.1 – Місце сервісу аналітики в загальній архітектурі системи

Можна побачити, що серверна частина платформи підрозділяється на сервіси, кожен з яких є окремим міні-сервером для вирішення власних задач [13]. За комунікацію між сервісами відповідає компонент Gateway.

Цей модуль є головним компонентом мікросервісної архітектури. Він являє собою API-шлюз, який надає інтерфейс, що використовується для доступу до усіх мікросервісів.

3.2 Основні функції модуля аналізу даних

Наведемо основний функціонал мікросервіса аналізу даних:

- 1) перевірка результатів тестів, які пройшли користувачі-студенти;
- 2) фіксація та зберігання в своїй базі даних питань тесту і відповідей на них;
- 3) створення рекомендацій студентам для закріплення погано вивченого матеріалу на основі неправильних відповідей на питання в тесті;
- 4) створення рекомендації викладачам, які допоможуть звернути увагу на теми, які історично погано засвоюються більшістю студентів;
- 5) створення рекомендації у вигляді прогнозу фінального балу студента за весь курс на підставі результатів тесту поточного та минулих студентів;
- б) можливість обміну даними з іншою частиною програми через головний сполучний модуль.

3.3 Інструменти розробки, необхідні для побудови аналітичного модуля з елементами рекомендаційної системи

У зв'язку з тим, що при розробці рекомендаційної системи передбачається робота з великими обсягами даних і різними аналітичними

алгоритмами та методами, було вирішено використовувати наступний стек технологій:

- в якості мови програмування був обраний Python версії 3.8, так як для обробки даних виникає необхідність використання великої кількості бібліотек цієї мови, серед яких: NumPy, matplotlib, pandas, аруогі тощо;

- фреймворк Django, за допомогою якого аналітичний модуль програми буде мати можливість обміну інформацією з іншими частинами програми через зв'язувальний модуль;

- DjangoRestFramework, що дозволяє тримати запущений додаток в фоновому очікує, режимі;

- JetBrains PyCharm – середовище розробки, в якому буде підтримуватися створене тут же додаток;

- PostgreSQL – інструмент, за допомогою якого буде створена база даних аналітичного модуля;

- Postman – інструмент тестування запитів для додатку;

- Google Cloud Platform (GCP) – для взаємодії додатку з таблицями Google на етапі тестування аналітичних алгоритмів;

- Google Spreadsheet API – модуль GCP для роботи з таблицями Google;

- GitLab – система контролю версій, за допомогою якої проект безпечно зберігається в хмарі.

3.4 Елементи загальної бази даних для мікросервісу

Для роботи аналітичного модулю було виділено низку таблиць загальної база даних (БД) PostgreSQL всієї освітньої платформи, що

дозволяє розв'язувати поставлені задачі на даному етапі. Діаграма уявлень представлена на рис. 3.2.

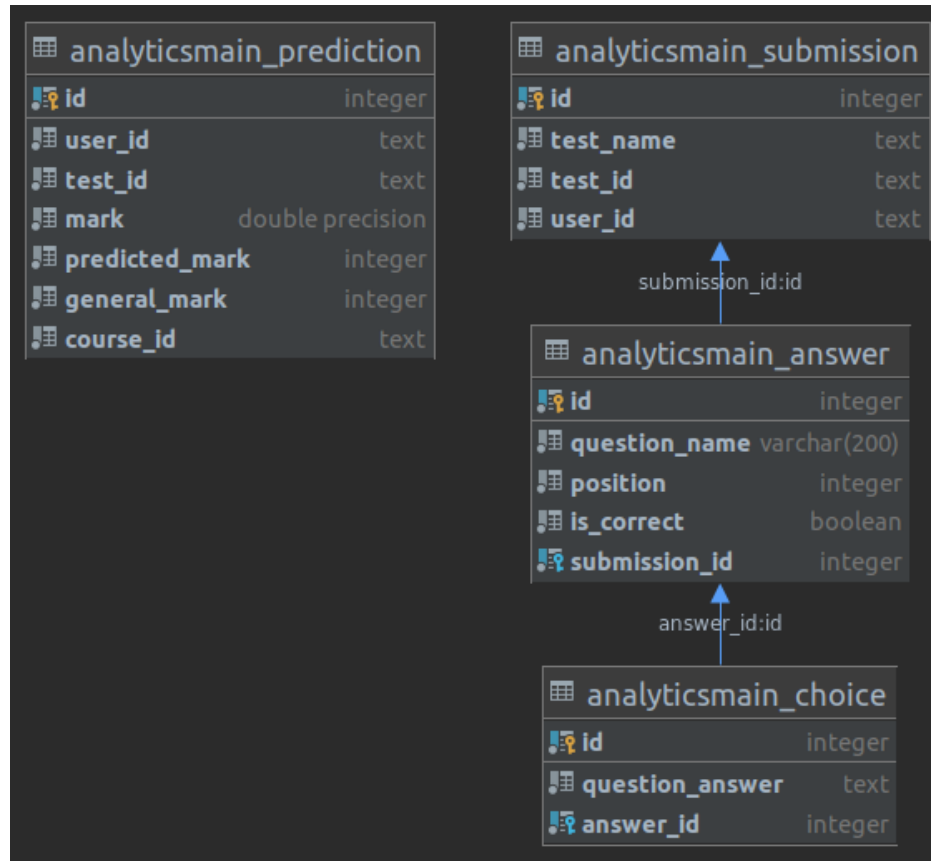


Рисунок 3.2 – ER-діаграма окремих таблиць бази даних для модулю аналітики

Вони включають в себе наступні уявлення: Submission, Answer, Choice і Prediction. Таблиця Submission містить факт проходження певного курсу певним студентом, до неї прив'язана таблиця Answer з відношенням «один-до-багатьох» з боку другої. Тут міститься інформація про питання, на які була дана відповідь. У свою чергу, ця таблиця подібним чином пов'язана з таблицею Choice, в якій зберігається інформація про варіант відповіді. Дане рішення дозволяє отримувати і зберігати факти про питання, що містять один та більше варіантів відповіді.

Таблиця Prediction містить інформацію про студента, який пройшов певний тест на певному курсі з деяким результатом. Також тут записується передбачена та кінцева оцінка за весь курс для того, аби в майбутньому можна було проаналізувати роботу алгоритму, що робить прогноз.

Перед тим, як перейти до опису використаного алгоритму, варто звернути увагу на той факт, що для роботи переважної більшості аналітичних алгоритмів необхідні великі обсяги даних. У зв'язку з цим було вирішено скласти тест із загальної математики.

3.5 Проведення тестування з метою наповнення бази даних для аналітичних алгоритмів

Математична освітня онлайн-платформа передбачає наявність курсів на різні сфери цієї дисципліни, тому для отримання тестових даних для алгоритму було б раціональніше використовувати ті теми, які вивчаються в університеті. Однак, досить складно знайти потрібну кількість людей, які пам'ятають не тільки свою оцінку за ці предмети, а й якийсь теоретичний матеріал з цих курсів. З огляду на дану ситуацію, було запропоновано проводити тест зі шкільної математики.

Опитування було створено за допомогою Google Форм (рис. 3.3) [14] і складався з 15 питань. Перший – фінальна оцінка за курс математики, виставлена в атестат; інші – взяті з першого рівня ЗНО з математики за 2021 рік (повний список питань представлений в Додатку А). Цей вибір не випадковий – крім того, що ці питання охоплюють велику частину тем зі шкільного курсу математики, вони не надто складні, що дозволяє респондентам витратити менше часу на проходження опитування.

Вопросы Ответы 136

Всего: 15

Збір даних для створення асоціативних правил

Тест проводиться для формування асоціативних правил типу "відповіді на тест" -> "виставлений бал". Це потрібно для того, аби сформувати прогноз можливої оцінки для певних відповідей на тест.

Яка оцінка з математики була виставлена вам в атестат? (Якщо було два предмети - вкажіть * середню; якщо 5-тибальна система: 3 = 7; 4 = 9; 5 = 11)

1
 2
 3
 4
 5

Рисунок 3.3 – Опитування на Google Формх

В результаті проходження тесту було отримано 136 відповідей, які автоматично зберігалися в Google Таблиці (рис. 3.4) [15] на Google Диску.

Тестування з аналітики (Відповіді) ☆ ☁

Файл Правка Вид Вставка Формат Данные Инструменты Расширения Справка

100% р. % .0 .00 123 По умолча... 10 **B** *I* A

A1	A	B	C	D	E
1	Відмітка часу	Результат тесту	Шкільний бал	1.	2.
2	21.05.2021 23:30:47	7 / 15		10 В	Г
3	21.05.2021 23:30:59	9 / 15		9 В	Г
4	21.05.2021 23:34:11	4 / 15		11 В	Г
5	21.05.2021 23:34:49	14 / 15		11 В	Г
6	21.05.2021 23:34:51	14 / 15		12 В	Г
7	21.05.2021 23:35:58	14 / 15		11 В	Г
8	21.05.2021 23:36:42	5 / 15		4 Б	Г
9	21.05.2021 23:37:58	11 / 15		10 В	Г
10	21.05.2021 23:40:14	8 / 15		5 В	Г
11	21.05.2021 23:41:13	12 / 15		10 В	Г
12	21.05.2021 23:42:12	2 / 15		6 Б	В
13	21.05.2021 23:42:18	7 / 15		10 В	Г
14	21.05.2021 23:42:22	13 / 15		10 В	Г
15	21.05.2021 23:46:13	15 / 15		12 В	Г
16	21.05.2021 23:49:03	9 / 15		9 В	Г

Рисунок 3.4 – Відповіді на тест

Варто звернути увагу на те, що опитування було анонімним, що дозволило зібрати більшу кількість респондентів з різних освітніх установ України: ОНУ імені І.І. Мечникова, Національного Університету «Одеський політехнічний інститут», Національного Університету «Львівський політехнічний інститут», НМУ імені О.О. Богомольця, ХНУ імені В.Н. Каразіна, ДонНУ імені Василя Стуса, ДонНАБА, ДонНТУ тощо.

Більшість респондентів (75.7%) зазначили шкільні оцінки в діапазоні між 9 та 12, що відповідає позначкам «дуже добре» та «відмінно» (рис. 3.5).

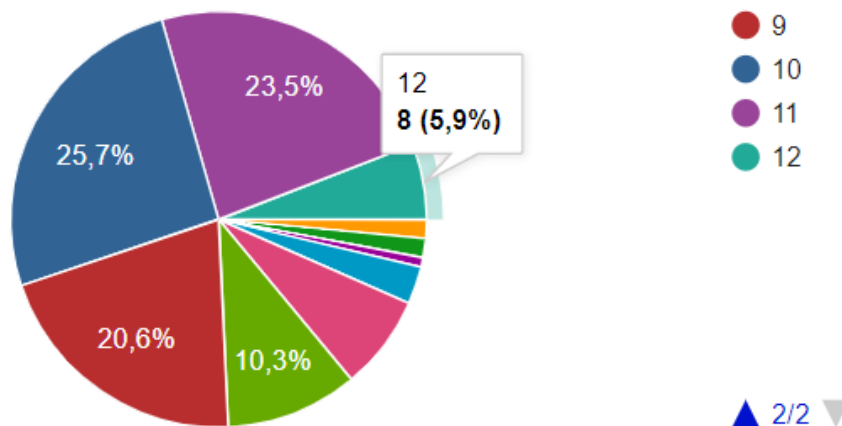


Рисунок 3.5 – Розподіл шкільних оцінок

Однак, результати відповідей на питання в тесті показують, що середня оцінка – 10 правильних відповідей із 15, тобто 67% зі 100% (рис. 3.6).

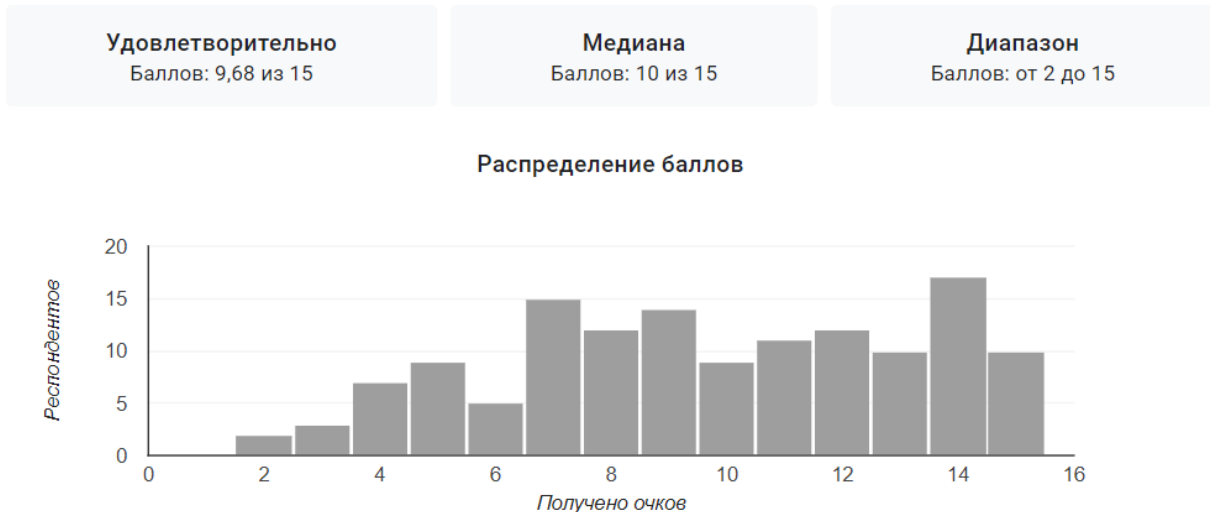


Рисунок 3.6 – Розподіл відповідей на тест

В наслідок проведення опитування було виявлено факт прояву інтересу до отриманої оцінки за тест студентами математичних спеціальностей.

3.6 Метод асоціативних правил для вирішення задачі прогнозування

В рамках створення рекомендаційної системи було вирішено більш детально зупинитися на моменті прогнозування оцінки за весь курс на основі результатів проміжного тестування. Існують різні підходи до вирішення завдань подібного роду, одним з яких є метод пошуку асоціативних правил.

В цьому розділі показаний процес побудови асоціативних правил для отримання фінальної оцінки за курс з математики за результатами тесту. Завдання алгоритму – передбачити фінальну оцінку з певними вхідними даними, якими в нашому випадку є результати тесту.

В якості алгоритму прогнозування був обраний Argіогі, зважаючи на наявність у нього властивості антимонотонності (якщо предметний набір не є частим, то додавання до нього деякого нового предмету не робить його таким) і можливості працювати з великими обсягами даних за прийнятний час.

За допомогою Google Cloud Platform [16] було налаштовано зв'язок програми з алгоритмом та таблиці з результатами тесту. Сервіси спілкуються між собою з використанням протоколу безпеки oauth2 (рис. 3.7).

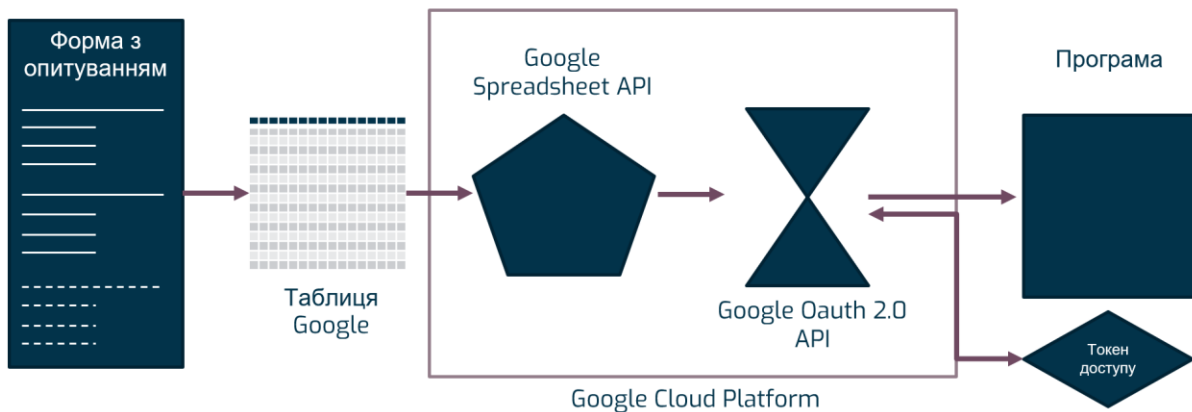


Рисунок 3.7 – Етапи отримання та передачі даних у додаток

Дані з таблиці передаються в файлі формату JSON:

```
{'range': "'Ответы на форму (1)!'!A1:S243",
'majorDimension': 'ROWS', 'values': [['Відмітка часу',
'Результат тесту', 'Шкільний бал', '1.', '2.', '3.', '4.', '5.',
'6.', '7.', ...
```

Отриману інформацію необхідно обробити і перетворити в певний датафрейм, який можна буде використовувати для прогнозування

(рис. 3.8). Дане перетворення виконано за допомогою функції DataFrame () [17] бібліотеки pandas мови Python.

```

*****
      Результат тесту  Шкільний бал
0                7         10
1                9          9
2                4         11
3               14         11
4               14         12
..             ...         ...|
137             11          9
138             9          9
139            10          7
140            15         12
141            12          9

[142 rows x 2 columns]

*****

```

Рисунок 3.8 – Датафрейм, отриманий внаслідок перетворення даних з JSON файлу

Після цього виконується наступний етап підготовки даних, а саме – переписування їх у вигляді словника, щоб передати їх в функцію з безпосередньо алгоритмом Apriori. У цій функції ми вказуємо деякі міри цікавості, а саме:

- Підтримка (support) – показник, наскільки часто той чи інший об'єкт зустрічається в базі даних. Це обов'язковий параметр, який вказується в функції. Зазвичай, значення цього показника вказують невеликим, щоб алгоритм пропонував якомога більше варіантів асоціативних правил.

– Довіра (confidence) – показник, наскільки часто отримане правило є вірним. Так само, як і показник довіри, цей параметр є обов'язковим і його значення також виставляється невеликим.

– Ліфт (lift) – параметр, який показує, наскільки ліва частина правила залежить від правої. Якщо це значення дорівнює 1, то це означає, що події незалежні; якщо більше 1 – показник ступеня залежності подій один від одного: чим більше цей параметр, тим точніше кінцеве асоціативне правило; якщо менше 1 – події замінюють один одного [18].

Емпіричним шляхом були обчислені оптимальні значення: 0.045, 0.05 і 4 відповідно. Всі сім етапів інтелектуального аналізу було дотримано та зображено на рис. 3.9 нижче.

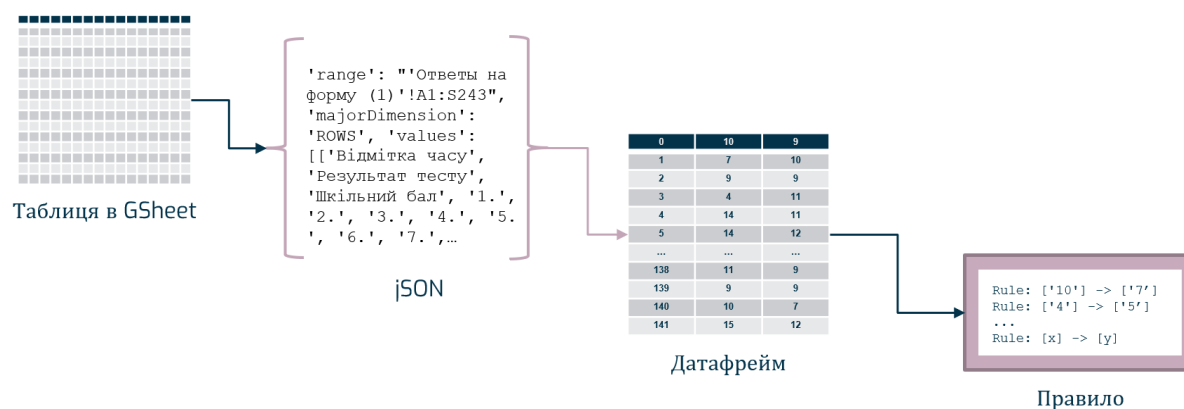


Рисунок 3.9 – Етапи обробки даних інтелектуального аналізу даних

В решті решт були отримані наступні асоціативні правила (рис. 3.10):

```

Rule: ['10'] -> ['7']
Support: 0.125
Confidence: 0.5
Lift: 4.0
=====
Rule: ['4'] -> ['5']
Support: 0.125
Confidence: 0.5
Lift: 4.0
=====

```

Рисунок 3.10 – Отримані асоціативні правила

Результати роботи алгоритму говорять про те, що 10 правильних відповідей на тест відповідає 7 шкільних балів, а 4 правильних відповідей – 5 балів відповідно. Може здатися, що ці знання ні про що не говорять, однак:

- 1) з огляду на відносно невелику кількість респондентів, складно визначити явні відхилення від норми, також звані викидами;
- 2) у зв'язку з тим, що опитані закінчували різні школи в різний час, складно говорити про об'єктивність виставлених в атестат оцінок. Найчастіше, оцінка з математики відповідає оцінці по ДПА з цього предмету, що є неприйнятним.

3.7 Програмні модулі реалізації мікросервіса аналітики

Додаток відповідає стандартам проектування таких на фреймворку Django. Проект складається з двох основних додатків:

- analytics – автоматично створений додаток Django з усіма параметрами, саме він викликається при запуску проекту, підключаючи другий додаток;

– `analyticsmain` – містить всі методи і класи, в яких прописана розробником логіка програми.

Додаток `analyticsmain` містить наступні файли:

– `models.py` – файл, що містить класи й методи, що описують правила конфігурації таблиць в базі даних модулю;

– `serializers.py` – тут дані, які мігрують в базу та з неї, перетворюються в формат файлу `JSON` та навпаки. Крім цього, в класах цього файлу описані правила для створення, оновлення та видалення даних в таблицях;

– `views.py` – в цьому файлі описано правила взаємодії мікросервісу з іншою частиною програми. Вся логіка програми описана саме тут;

– `urls.py` – файл, в якому описані частини уніфікованих локаторів ресурсу;

– `__init.py__` – порожній файл, який вказує, що в поточній директорії є додаток, що запускається;

– `apps.py` – тут міститься функція конфігурації програми. Саме вона підключається в файлі конфігурації `settings.py` батьківського додатка `Django analytics`.

Для зручності, опис деяких запрограмованих елементів поміщено в таблицю 3.1. Оскільки багато з них аналогічні один одному, тут вказані тільки основні.

Таблиця 3.1 – Деякі класи і методи програми та їх опис

Назва методу	Опис
файл models.py	
class Submission(models.Model)	Клас, в якому описані правила, за якими створюється таблиця Submission в базі даних. Як параметр приймає об'єкт «Модель» для запису в БД.
def __str__(self)	Метод кожного класу, що описує що саме повинна отримати функція, що викликає дані з таблиці.
файл serializers.py	
class SubmissionSerializer(serializers.Serializer)	Клас, що містить правила перетворення даних з / в формат JSON для роботи з базою даних і іншою частиною освітньої платформи відповідно.
def create(self, validated_data)	Метод створення нового запису в таблиці. Приймає в якості параметрів минулі валідацію дані.
def update(self, instance, validated_data)	Метод, що оновлює дані для певного рядку (instance) в таблиці.

Продовження таблиці 3.1

Назва методу	Опис
файл views.py	
def get_submission_by_id(request)	Метод, що повертає пройдений тест користувачем з усіма питаннями та відповідями. Викликається мікросервісом контенту додатку.
get_answers_by_submission_id(request)	Метод, який повертає відповіді на питання за ідентифікатором запису в таблиці Submission.
def submission_post(request)	Функція, що створює запис одночасно у всіх таблицях: на вході вона отримує дані в форматі jSON після проходження тесту користувачем. Тут викликається алгоритм передбачення, а також функції рекомендацій для користувача, що пройшов курс. Крім цього, в даному методі записуються дані в таблицю Prediction.

Продовження таблиці 3.1

Назва методу	Опис
файл views.py	
def get_wrong_answers_stud(request)	Метод, який повертає неправильні відповіді на певний тест певного студента.
def algo(table, mark)	Функція, що містить алгоритм прогнозування оцінки. Приймає в якості параметрів таблицю з даними з Prediction і оцінку за поточний тест.
файл urls.py	
urlpatterns = [path("", views.get_submission_by_id), ...]	Опис частині уніфікованих локаторів ресурсу додатка.

3.8 Тестування

Для тестування роботи програми був використаний інструмент Postman [19], що дозволяє створювати і відстежувати HTTP/S запити в додаток і з нього.

В першу чергу, запускається основна частина програми освітньої платформи, а потім і створений мікросервіс. Це необхідно для того, щоб показати існуючий зв'язок між модулями проекту. Ті шляхи, по яких потрібно звертатися до мікросервісу аналітики, вказані в модулі контенту

та гейтвеї програми, тому потрібно робити всі запити саме до них (рис. 3.11).

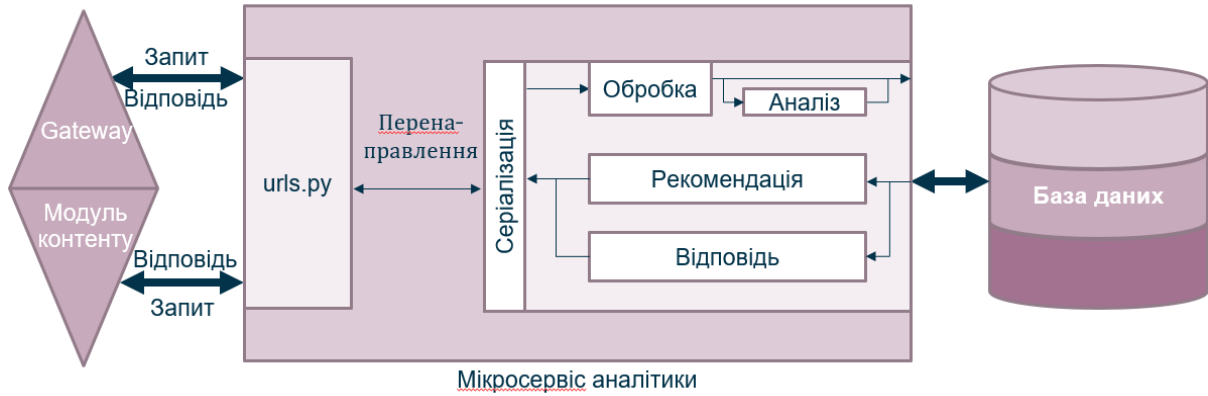


Рисунок 3.11 – Схема роботи та зв'язування мікросервісів додатку

Створюється імітація проходження курсу користувачем (рис. 3.12), і передається інформація зі сполучного модуля в мікросервіс аналітики.

```

POST http://localhost:8082/api/userTest

Params Authorization Headers (8) Body Pre-request Script Tests Settings
● none ● form-data ● x-www-form-urlencoded ● raw ● binary ● GraphQL JSON ▾

1  {
2  ..... "test_id": 1,
3  ..... "test_name": "First test",
4  ..... "uuid": "123",
5  ..... "questions": [
6  ..... {
7  .....   ..... "name": "Question 1",
8  .....   ..... "position": 1,
9  .....   ..... "answers": [
10 .....     ..... "G"
11 .....   ..... ]
12 ..... },
13 ..... ],
14 ..... {
15 .....   ..... "name": "Question 2",
16 .....   ..... "position": 2,
17 .....   ..... "answers": [
18 .....     ..... "B"
19 .....   ..... ]
20 ..... },
21 ..... {
22 .....   ..... "name": "Question 3",
23 .....   ..... "position": 3,

```

Рисунок 3.12 – Імітація проходження курсу

Як результат тестувальник повинен отримати знання про неправильні відповіді на питання в тесті, оцінку за тест та спрогнозовані бали за курс в JSON форматі (рис. 3.13) – це і вважається рекомендацією студенту.

```

Body Cookies Headers (5) Test Results
Pretty Raw Preview Visualize JSON ▾

1  {
2  ..... "body": [
3  .....   ..... "Question 1",
4  .....   ..... "Question 4",
5  .....   ..... 50.0,
6  .....   ..... -1
7  ..... ]
8  }

```

Рисунок 3.13 – Результат успішного запиту в мікросервіс

Крім цього, в таблиці Prediction створилася запис з передбачуваним фінальним балом (рис. 3.14).

	id	user_id	test_id	course_id	mark	predicted_mark	general_mark
1	2	123	1	1	50	68	70
2	3	444	1	1	70	75	80
3	4	431	1	1	50	75	70
4	5	111	1	1	50	80	75
5	6	222	1	1	70	80	75
6	7	333	1	1	25	35	60
7	8	555	1	1	75	85	80
8	9	666	1	1	50	70	73
9	10	777	1	1	75	85	79
10	11	123	1	<null>	75	-1	-1

Рисунок 3.14 – Створений запис в таблиці Prediction

У другому тесті пропонується зробити запит на отримання статистики про питання, на які студенти відповідають найгірше. У базі даних зберігається інформація про всі відповіді на питання (3.15).

id	question_name	position	is_correct	submission_id
1	54 Question 1	1	true	27
2	55 Question 2	2	true	27
3	56 Question 3	3	true	27
4	57 Question 4	4	true	27
5	58 Question 1	1	false	28
6	59 Question 2	2	true	28
7	60 Question 3	3	true	28
8	61 Question 4	4	true	28
9	62 Question 1	1	false	30
10	63 Question 2	2	true	30
11	64 Question 3	3	true	30
12	65 Question 4	4	true	30
13	66 Question 1	1	false	31
14	67 Question 2	2	true	31

Рисунок 3.15 – Таблиця з відповідями на питання

Після виконання відповідного запиту тестувальник отримує необхідний список (рис. 3.16).

```

{"name": "Question 1"}

```

Рисунок 3.16 – Перелік найбільш складних для студентів питань

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи розглянуто та сформульовано існуючі проблеми в онлайн-освіті, до яких варто віднести:

- 1) студенти частіше не розуміють про що йде мова на курсі з огляду на поганий візуалізації теоретичного матеріалу;
- 2) класичний підхід до вивчення точних дисциплін не ефективний в такому форматі навчання – немає гарантій того, що студент точно освоїв пройдений матеріал;
- 3) немає гнучкої системи рекомендацій, яка допомогла б студентові почати навчання з певної теми;
- 4) через неможливість відстежувати дії студента на курсі, зникає довіра до виданого йому сертифікату про закінчення навчання (якщо такий є).

В наслідок вищеописаних проблем, поставлено і вирішено наступні завдання:

- 1) порівняти рекомендаційні системи існуючих освітніх платформ;
- 2) сформулювати характерні особливості студентів-нематематиків;
- 3) проаналізувати можливі технології аналізу даних, потрібних для побудови рекомендаційної системи;
- 4) розробити незалежний аналітичний модуль, який можна використовувати незалежно від іншої частини освітньої платформи.

Розроблена система має такі відмінні риси:

- по проходженні курсу користувачем, йому пропонується список питань, на які він відповів невірно, для повторного вивчення. Крім цього, з огляду на використання сучасного та ефективного алгоритму побудови

асоціативних правил Arіогі, на підставі отриманих раніше даних про проходження тесту іншими користувачами, поточному користувачеві пропонується прогноз його фінального балу за цілий курс;

– користувачу-творцеві курсу пропонується переглянути теми і питання, на які студенти відповідають найгірше;

– в рамках групового проекту, аналітичний модуль є частиною цілої освітньої платформи, виконує свої функції задля повноцінного функціонування навчального майданчику, але, незважаючи на це, є абсолютно незалежним від інших частин програми, що говорить про можливість використовувати його в інших додатках.

Також розглянуто можливі напрями розвитку даної теми:

1) через наявність результатів тесту з курсу загальної математики, рекомендується звернути увагу на психологічну складову: та частина респондентів, яка знайшла себе в наближеній до математики сфері життя, виявляє інтерес до оцінки за тест, на відміну від інших;

2) розглянути можливість використання елементів глибокого машинного навчання для перевірки користувачів на списування. В якості вхідних даних можна брати час знаходження користувача на сторінці тесту, а також положення курсора;

3) проаналізувати необхідність впровадження в модуль інших алгоритмів, описаних в п. 2.3 цієї роботи, а саме: С4.5, метод k-найближчих сусідів, генетичний алгоритм.

Матеріали роботи доповідались на вісімнадцятій всеукраїнській конференції студентів і молодих науковців «Інформатика, інформаційні системи та технології» (Одеса, 23 квітня 2021 р.) та 77-ї звітній студентській науковій конференції Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (26 – 27 квітня 2021 року).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рекомендательные системы в онлайн-образовании [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/stepic/blog/302702/>.
2. Про Stepik [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://welcome.stepik.org/ru/about>.
3. edX For Business [Электронный ресурс] Режим доступа: https://business.edx.org/?utm_campaign=edX.org%20Referral&utm_source=prospectus.edx.org&utm_medium=Top-Link.
4. Записаться на CS50's Introduction to Computer Science [Электронный ресурс] Режим доступа: https://authn.edx.org/login?next=%2Fcourse_modes%2Fchoose%2Fcourse-v1%3AHarvardX%2BCS50%2BX%2F.
5. Основы програмування CS50 2019 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://courses.prometheus.org.ua/courses/course-v1:Prometheus+CS50+2019_T1/about.
6. Склад ума и типы мышления [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://soulsick.ru/content/view/492/106/>.
7. J. Han, M. Kamber, J. Pei Data Mining. Concepts and Techniques / L.:Morgan Kaufman, 2012. – С. 1-35.
8. Алгоритм C4.5 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://wiki.loginom.ru/articles/algorithm-C-4-5.html#algorithm-c45-algorithm-c45>.
9. Метод k-средних [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://wiki.loginom.ru/articles/k-means.html>.
10. Генетический алгоритм [Электронный ресурс] Режим доступа: http://machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Генетический_алгоритм.

11. Алгоритм Apriori [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://wiki.loginom.ru/articles/apriori.html>.
12. Самбурський В.О., Лісіцина І.М. Використання рекомендаційних систем у навчальних платформах / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей вісімнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. – Одеса, 2021. – с. 167-169.
13. Козлов М. С., Трубіна Н. Ф. Розробка архітектури навчальної платформи / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей вісімнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. – Одеса, 2021. – с. 164-166.
14. Тестування з аналітики (Форма) [Електронний ресурс] Режим доступу: https://docs.google.com/forms/d/1bXyN-44wLV9sJDT9YUQQ-jtOLy8NAwD_nF21clN-DaE/edit?usp=sharing.
15. Тестування з аналітики (Відповіді) [Електронний ресурс] Режим доступу: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Twj7M1g8m5bJBRoe9CWvy_zvZGWbrH0lzHK8c9stksq/edit?resourcekey#gid=573842511.
16. Cloud Computing, Hosting Services, and APIs [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://cloud.google.com/>.
17. pandas.DataFrame [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/reference/api/pandas.DataFrame.html>.
18. G. Piatetsky-Shapiro, W. Frawley Knowledge discovery in databases / С.:MIT Press, 1991. – С. 31-93.
19. Postman – Головна [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.postman.com/>.

ДОДАТОК

Перелік питань зі шкільної математики та варіанти відповідей на них

1. Група з 15 школярів у супроводі трьох дорослих планує автобусну екскурсію в заповідник. Оренда автобуса для екскурсії коштує 800 грн. Вартість вхідного квитка в заповідник становить 20 грн для школяра й 50 грн – для дорослого. Якої мінімальної суми грошей достатньо для проведення цієї екскурсії?

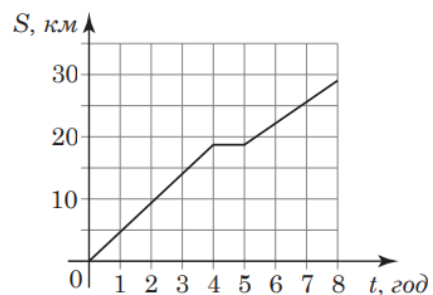
А. 1050 грн

В. 1250 грн

Б. 1150 грн

Г. 870 грн

2. На рисунку зображено графік залежності шляху S (у км), пройденого групою туристів, від часу t (у год). Яке з наведених тверджень є правильним?



А. Зупинка тривала 4 години.

Г. Туристи зробили зупинку через 4 години після початку руху.

Б. До зупинки туристи пройшли 20 км.

В. Після зупинки туристи пройшли більшу відстань, ніж до зупинки.

3. Сума довжин усіх ребер прямокутного паралелепіпеда, що виходять з однієї вершини, дорівнює 60 см. Визначте суму довжин усіх ребер цього паралелепіпеда.

А. 360 см

В. 180 см

Б. 240 см

Г. 120 см

4. Розв'яжіть рівняння $\frac{x}{10} = 2,5$.

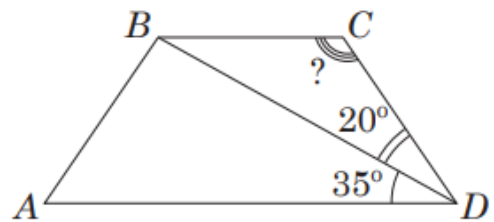
А. 0,25

В. 12,5

Б. 4

Г. 25

5. На рисунку зображено трапецію ABCD. Визначте градусну міру кута BCD, якщо $\angle ADB = 35^\circ$, $\angle BDC = 20^\circ$.



А. 125°

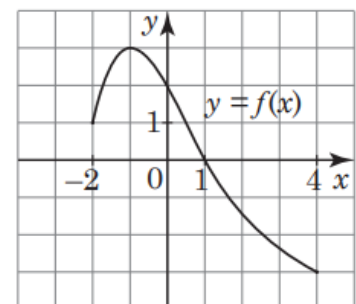
Г. 145°

Б. 165°

Д. 140°

В. 155°

6. На рисунку зображено графік функції $y = f(x)$, визначеної на проміжку $[-2; 4]$. Укажіть точку екстремуму цієї функції.



А. $x_0 = -2$

В. $x_0 = 1$

Б. $x_0 = -1$

Г. $x_0 = 3$

Д. $x_0 = 4$

7. $(a - 4)^2 - a^2 =$

А. $-8a + 16$

Г. $-4a + 16$

Б. $8a + 16$

Д. $-4a + 8$

В. 16

8. Період T електромагнітних коливань у коливальному контурі, що складається з послідовно з'єднаних конденсатора ємністю C й котушки з індуктивністю L , обчислюють за формулою Томсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Визначте із цієї формули індуктивність L .

А. $L = \frac{T}{2\pi C}$

Г. $L = \frac{4\pi^2 C}{T^2}$

Б. $L = \frac{2\pi C}{T}$

Д. $L = \frac{4\pi^2 C}{T^2}$

В. $L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{T}{2\pi}}$

9. $\frac{15^3}{3^2} =$

А. 5

В. 125

Б. 15

Г. 375

Д. 675

10. Які з наведених тверджень є правильними?

І. Діагоналі будь-якого паралелограма рівні.

ІІ. Протилежні кути будь-якого паралелограма рівні.

III. Відстані від точки перетину діагоналей будь-якого паралелограма до його протилежних сторін рівні.

- | | | | |
|----|--------------|----|---------------|
| Б. | лише II | Д. | лише I і II |
| В. | лише I і III | Е. | лише II і III |
| Г. | I, II, III | | |

11. Розв'яжіть систему рівнянь $\begin{cases} 6(x + 5) + 10y = 3 \\ 2x = y + 4. \end{cases}$ Для

одержаного розв'язку $(x_0; y_0)$ суму $x_0 + y_0$.

- | | | | |
|----|------|----|------|
| А. | -2,5 | Г. | 6,5 |
| Б. | -3,5 | Д. | -1,5 |
| В. | 3,5 | | |

12. Укажіть похідну функції $f(x) = \frac{2x-3}{x}$.

- | | | | |
|----|----------------------------|----|--------------------------|
| А. | $f'(x) = \frac{3}{x^2}$ | Г. | $f'(x) = -\frac{3}{x^2}$ |
| Б. | $f'(x) = \frac{3}{x}$ | Д. | $f'(x) = 2$ |
| В. | $f'(x) = \frac{4x-3}{x^2}$ | | |

13. Розв'яжіть нерівність $4 \cdot 3^x < 3^x + 6$.

- | | | | |
|----|-----------------------|----|-----------------------|
| А. | $(-\infty; \log_9 6)$ | Г. | $(-\infty; 1)$ |
| Б. | $(-\infty; \log_2 3)$ | Д. | $(-\infty; \log_3 2)$ |
| В. | $(-\infty; 2)$ | | |

14. Спростіть вираз $2\cos(450^\circ + \alpha) - \sin \alpha$.

А. $\sin \alpha$

Г. $2\cos \alpha - \sin \alpha$

Б. $-3\sin \alpha$

Д. $3\sin \alpha$

В. $-2\cos \alpha - \sin \alpha$

15. Бісектриса кута А прямокутника ABCD перетинає сторону BC в точці К. Обчисліть площу чотирикутника AKCD, якщо $BK = KC = 8$ см.

А. 48 см^2

Г. 128 см^2

Б. 72 см^2

Д. 192 см^2

В. 96 см^2