

МЕТОДОЛОГИЯ ЗА НОРМАЛИЗИРАНЕ НА БАЗИ ОТ ДАННИ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Алдениз Рашидов*, Фатме Рашидова

Технически университет – Габрово, Хаджи Димитър 4, Габрово, България

**Кореспондиращ автор: aldeniz@tugab.bg*

METHODOLOGY FOR DATABASE NORMALIZATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Aldeniz Rashidov*, Fatme Rashidova

Technical University of Gabrovo, 4 Hadji Dimitar, Gabrovo, Bulgaria

**Corresponding author: aldeniz@tugab.bg*

Abstract

This paper explores the process of database normalization using artificial intelligence (AI). Normalization is a key stage in database design, aiming to eliminate redundancy, minimize anomalies, and improve the efficiency of data storage and processing. The paper presents the fundamental theoretical concepts of normalization, including functional dependencies and normal forms, and analyzes the challenges associated with manual normalization in complex databases. The main focus is on the application of AI — through machine learning, expert systems, and hybrid approaches — for automatically detecting dependencies, recommending optimal structures, and transforming tables. The paper provides examples of automated normalization, along with a discussion of the benefits and limitations of the approach, as well as potential directions for future research. The study demonstrates that integrating AI into the normalization process significantly enhances the design of efficient, consistent, and optimized databases.

Keywords: Database Normalization, AI, Functional Dependencies, Normal Forms, Automated Design, Data Consistency.

ВЪВЕДЕНИЕ

Базите от данни (БД) са основен компонент на съвременните информационни системи (ИС), осигуряващи ефективно съхранение, управление и извличане на големи обеми информация. Оптималната структура на БД е ключова за висока производителност, консистентност на данните и минимизиране на излишъка от информация. Нормализацията представлява процес на систематично организиране на атрибутите и таблиците на БД, така че да се елиминират аномалии при въвеждане, актуализация и изтриване на данни.

В практиката правилното нормализиране на БД гарантира надеждност на приложенията и устойчивост на системите при нарастване на обема на информацията. На практика нормализацията често се оказва предизвикателен процес – както за начинаещи специалисти, така и при работа със сложни и динамични системи. Това се дължи на необходимостта от едновременно овладяване на теоретичните принципи и способността за тяхното прилагане в конкретни практически ситуации.

Въпреки че традиционното ръчно нормализиране на БД е ефективно за

малки системи, то става сложно и трудноемо при големи или динамични БД. В този контекст изкуственият интелект (AI) предлага нови възможности за автоматизация и подпомагане на процеса чрез откриване на функционални зависимости, препоръчване на оптимални структури и адаптиране на подходящи методи за обучение. Настоящата статия разглежда методите, чрез които AI може да подпомогне процеса на нормализация на БД, както и потенциалните ползи и ограничения на този подход.

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА AI ПРИ НОРМАЛИЗАЦИЯТА НА БД

Нормализацията на БД е един от ключовите, но и най-предизвикателни процеси при проектирането на ИС. Тя изисква не само добро познаване на концепции като атрибути, функционални зависимости и нормални форми, но и умение за тяхното правилно прилагане в конкретни ситуации. Практиката показва, че често възникват затруднения при преминаването от теоретични дефиниции към реални примери, което може да доведе до грешки при моделиране на БД.

В този контекст AI може да се разглежда като ефективен инструмент за подпомагане на процеса на нормализация. Неговото приложение предоставя редица съществени предимства, сред които:

- *Автоматична проверка на модели и схеми* – AI системата може да анализира структурата на БД и да идентифицира зависимости, които нарушават правилата за нормализация;
- *Интерактивни препоръки* – AI системата може да предлага стъпки за трансформация към първа нормална форма (1НФ), втора нормална форма (2НФ) и трета нормална форма (3НФ);
- *Адаптивен подход* - AI системата може да предлага персонализирани

сценарии и решения, отчитайки спецификата на конкретната БД;

- *Визуализация на процесите* – предоставяне на графични и текстови обяснения, които улесняват разбирането на нормалните форми и функционалните зависимости;
- *Индивидуална обратна връзка* - AI системата може да анализира конкретни модели и посочва слабости или несъответствия, които често остават незабелязани при класически анализ;
- *Ускорено усвояване на сложни концепции* - чрез интерактивна практика и автоматизирани демонстрации на трансформации;
- *Подобрена точност и ефективност* - минимизиране на риска от грешки при моделиране и оптимизация на структурата на БД;
- *Повишена мотивация за работа* - чрез интеграция на съвременни технологии и адаптивни сценарии, съобразени със спецификата на данните.

AI не само подпомага техническите аспекти на нормализацията, но и разширява възможностите за анализ и оптимизация, превръщайки процеса в по-достъпен, ефективен и надежден.

Разбира се, съществуват и някои предизвикателства. Точността на системите зависи от качеството на обучаващите данни и използваните алгоритми, а прекомерното разчитане на автоматизация може да намали ролята на критичното мислене при анализа и проектирането. Поради това е важно AI да се разглежда като помощен инструмент, а не като заместител на специалиста.

Потенциалът на AI при нормализацията на БД открива възможности не само за подпомагане на анализа, но и за изграждане на систематични подходи за автоматизация. Именно такъв подход е разгледан в следващата точка, където е предложена методология за автоматизирано нормализиране на БД.

МЕТОДОЛОГИЯ ЗА АВТОМАТИЗИРАНО НОРМАЛИЗИРАНЕ НА БД

Предлаганата методология за автоматизирано нормализиране на БД чрез AI включва следните основни етапи (фиг. 1):

- *Събиране и подготовка на данни* - първата стъпка включва извличане на метаданни за структурата на таблиците и реалните данни от базата. Това може да обхваща идентифициране на първични ключове, атрибути и съществуващи връзки. На този етап е важно да се извърши и предварително почистване на данните, като се премахнат несъответствия, липсващи стойности и дублирания, които могат да затруднят анализа;



Фиг. 1. Етапи на методологията за автоматизирано нормализиране на БД

- *Откриване на функционални зависимости* - чрез прилагане на алгоритми за машинно обучение и статистически анализ се идентифицират връзките между атрибутите. Например, системата може да открие, че стойността на един атрибут напълно определя друг, което е ключово за правилното преминаване към по-високи нормални форми. В този етап AI може да използва хибриден подход – комби-

нация от детерминистични правила и вероятностни модели;

- *Препоръчване на нормални форми* - след откриване на функционалните зависимости системата може автоматично да оценява кои нормални форми са нарушени и да предлага трансформации. Това включва анализ на съответствието с 1НФ, 2НФ, 3НФ и, при необходимост, с по-високи форми като Бойс-Код НФ (BCNF). Важно предимство на AI е, че може да генерира повече от едно възможно решение и да предложи алтернативи според зададените критерии - например минимизиране на броя на таблиците;
- *Трансформация на таблиците* - на базата на препоръките AI системата може автоматично да извършва разделяне или обединяване на таблици, създаване на нови релации и добавяне на подходящи първични и външни ключове. Този етап е особено ценен в практиката, тъй като позволява проследяване как една не нормализирана таблица постепенно се преобразува в по-ефективна структура, като същевременно се запазва целостта на информацията. Същевременно той има значителна стойност и в образователен контекст, тъй като визуализира процеса по начин, който улеснява усвояването на принципите на нормализиране;
- *Верификация и оценка* - последният етап включва проверка на получената нормализирана структура. AI системата може да извършва тестове за консистентност на данните, оценка на производителността на заявките и проверка за елиминиране на аномалии при въвеждане, актуализиране и изтриване. Освен това могат да се приложат метрики за сравнение между оригиналната и нормализираната версия, което дава количествена представа за подобреното в ефективността.

Тази методология показва, че автоматизираното нормализиране на БД чрез AI не е просто техническа процедура, а комплексен процес, съчетаващ анализ, препоръки, трансформации и оценка.

В допълнение, прилагането на такава система предоставя възможност да се разбере не само крайният резултат, но и логиката зад всяка стъпка, което повишава прозрачността и надеждността на процеса. Този подход е ценен както в практическата работа с БД, така и в образователен контекст. По този начин методологията представлява иновативен подход, който интегрира класическите принципи на нормализация с възможностите на AI за автоматизация и оптимизация.

Предложената методология има потенциал за разнообразни приложения както в практиката, така и в образователната среда, което ще бъде разгледано в следващата част.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДОЛОГИЯТА

Предложената методология е приложена експериментално в обучението по дисциплината „Бази от данни в индустриалните системи“ в Технически университет - Габрово. Практическите упражнения поставят акцент върху нормализацията на БД - процес, който традиционно създава трудности на обучаемите поради своята абстрактност и необходимост от прилагане на комплексни логически зависимости.

Прилагането на AI в тази дисциплина предлага иновативно решение, като методът за автоматизирано нормализиране на БД се интегрира в учебния процес чрез интерактивни софтуерни инструменти. Студентите въвеждат разработените от тях релационни схеми, а системата, базирана на AI алгоритми, анализира структурата и извежда функционалните зависимости. Впоследствие се генерират препоръки за преминаване към съответните нормални форми (1НФ, 2НФ, 3НФ), както и визуализация на

процеса на трансформация.

Методът намира приложение в няколко основни направления:

- *Практическо обучение* - AI системата подпомага студентите да проследят стъпка по стъпка процеса на нормализиране и да разберат причинно-следствените връзки между атрибутите;
- *Автоматизирана проверка на упражнения* - системата анализира решенията и идентифицира грешки, като предоставя своевременна обратна връзка;
- *Адаптивно обучение* - в зависимост от нивото на подготовка и допуснатите грешки, AI предлага персонализирани задачи и примери за затвърждаване на знанията;
- *Научно-приложна дейност* - методът може да се използва и в курсови и дипломни проекти, като демонстрира приложението на AI в решаването на практически задачи.

Резултатите от прилагането на метода показват повишена мотивация на студентите, намаляване на честотата на типичните грешки при нормализация и по-добро разбиране на теоретичните основи чрез практическо взаимодействие с AI, което потвърждава ефективността на метода в обучението. Получените наблюдения могат да послужат като основа за бъдещо развитие на образователни платформи и методики, интегриращи AI в преподаването и усвояването на БД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложената методология за автоматизирано нормализиране на БД чрез AI представлява иновативен подход, който съчетава класическите принципи на нормализация с възможностите на съвременните AI алгоритми. Тя обхваща целия процес - от събиране и подготовка на данни, през идентифициране на функционални зависимости и препоръчване на нормални форми, до трансформация и верификация на резултатите.

Приложението и в обучението по дисциплината „Бази от данни в индустриалните системи“ в Технически университет – Габрово потвърждава нейната ефективност за повишаване на мотивацията, намаляване на грешките и по-задълбочено разбиране на принципите на нормализиране.

В по-широк контекст методологията има потенциал да се използва и в практическото проектиране на ИС, където интеграцията на AI може да улесни процеса на моделиране и да подобри качеството на БД. Това потвърждава ролята и като иновативен принос в посока към интеграция на AI в съвременното проектиране на БД. Бъдещи изследвания могат да бъдат насочени към усъвършенстване на алгоритмите, интегриране с инструменти за оптимизация на заявки и разработване на цялостни интелигентни платформи в подкрепа на процеса на проектиране.

Източник на финансиране: университетски проект № НИИП2025-1.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Rashidov A., F. Rashidova, Challenges and limitations in the use of artificial intelligence in research and some options to overcome them, 24-28 June 2024, 15th ICCCNT, Kamand, India, Electronic ISBN:979-8-3503-7024-9.
- [2] Rashidov A., WDCLF method for Web database design, 2024 IEEE International Conference on Computing (ICOCO), Kuala Lumpur, Malaysia, 2024, pp. 128-133, doi: 10.1109/ICOCO62848.2024.10928209.
- [3] Hadzhiev V., A. Rashidov, Overview and analysis of methods and models for data structuring, storage and processing in the Internet, 2019 11th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), Bursa, Turkey, 2019.
- [4] Rashidov A., DCLF+ Method for Designing a Distributed Database, Proceedings of the International Scientific Conference Unitech'11, Gabrovo, 2011, vol.1, pp.I-543-I-548. ISSN 1313-230X.
- [5] Rashidov, A., Artificial Intelligence in Scientific Research. Strategies of Educational and Scientific Policy, Az-buki, Vol. 32, Volume 5s, 2024, pp. 35–45.
- [6] Rashidov A., Automating Citation Formatting in Scientific Publications Using ChatGPT, 2024 Asian Conference on Communication and Networks (ASIANComNet), Bangkok, Thailand, 2024, pp. 1-5., ISBN:979-8-3503-9463-4.
- [7] Rashidov A., An Algorithm to Support the Review Process of a Scientific Research Project Proposal Using ChatGPT, 2024 8th ISMSIT, Ankara, Turkiye, 2024, pp. 1-5., ISBN:979-8-3503-5442-3.
- [8] R. A. Abdel-Rahem, W. Hadi, M. Al-Remawi, F. Aburub and N. Jamal, "Engagement of Artificial Intelligence in Higher Education: University of Petra as a Case Study," 2025 1st International Conference on Computational Intelligence Approaches and Applications (ICCIAA), Amman, Jordan, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCIAA65327.2025.11013524.
- [9] S. Kuzenkov, "The Possibilities of Using Artificial Intelligence Technologies in Education and Science," 2024 4th International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE), Lipetsk, Russian Federation, 2024, pp. 88-91, doi: 10.1109/TELE62556.2024.10605701.
- [10] S. ki Kim, T. Kim and K. Kim, "Analysis of Teaching and Learning Environment for Data Science and AI Education (Focused on 2022 Revised Curriculum)," 2023 ICAIIC, Bali, Indonesia, 2023, pp. 788-790, doi: 10.1109/ICAIIIC57133.2023.10067051.