

КІБЕРНЕТИКА та КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Розглядаються задачі та проблеми які виникають в судовій системі, та існуючі шляхи їх вирішення із застосуванням штучного інтелекту. Окрім цього запропоновано методи для подальшого дослідження, які успішно застосовувались в інших сферах, і мають перспективу бути застосовані у задачах судочинства і права.

Ключові слова: рекурентні нейронні мережі, машинне навчання, векторизація, класифікація текстів.

© М.С. Мілев, В.В. Третиник, 2023

УДК 519.67

DOI:10.34229/2707-451X.23.3.7

М.С. МІЛЄВ, В.В. ТРЕТИНИК

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУДОЧИНСТВІ

Вступ. Судова система в сучасному світі стикається з великою кількістю справ, які потребують ефективного та справедливого вирішення. Завдяки розвитку інформаційних технологій, автоматизація процесу ведення судових справ та впровадження інтелектуальних систем стали актуальними завданнями для покращення судової справедливості.

Сфера правосуддя виявилася повільнішою, ніж інші сектори, у використанні штучного інтелекту та загалом інформаційних технологій (ІТ). Тим не менш, у більшості країн кількість цифрової інформації, яка є результатом використання ІТ у судових процедурах, зростає. У зв'язку з цим все більше досліджується можливість використання штучного інтелекту (ШІ) в роботі судових органів, прокуратурі та інших спеціалізованих судових органів по всьому світу [1].

Юриспруденція включає у себе великий спектр задач і, відповідно, різні джерела даних для їх вирішення. Використовуючи законодавство, матеріали кримінальних та адміністративних справ, укладені договори та інші юридичні документи відповідні спеціалісти приймають рішення. В свою чергу технології штучного інтелекту, згідно прикладам в інших доменах, здатні стати асистентами для спеціалістів або в автономному режимі приймати рішення.

Мотивація застосування ШІ в судочинстві базується на декількох чинниках:

- зниження витрат, прискорення обробки судових справ і процедур, підвищення ефективності судової системи, якості правосуддя та якості наданих послуг;

- алгоритми штучного інтелекту могли б усунути людські упередження, присутні в ухваленні судових рішень, тим самим підвищивши якість винесених рішень;

- використання інструментів ШІ для полегшення доступу до судових послуг і, таким чином, покращення відносин між суб'єктами правосуддя та громадянами.

Як допоміжний засіб для юристів програма може виконувати ряд функцій.

Швидкий пошук та аналітичні фільтри:

- пошук судового рішення у великій за обсягом базою даних. Здійснювати пошук як за змістом, так і за формальними ознаками, уточнюючи запит за необхідності, відсікаючи зайву інформацію;
- швидкий фільтр результатів пошуку за будь-якою комбінацією параметрів (назва суду, категорія справ, інстанція, тип рішення, прізвище судді тощо);
- розпізнавання не юридично формальної мови в юридичному контексті. Здійснювати пошук пунктів закону за описом ситуації до якого він може бути застосований.

Прогноз результатів рішення суду:

- оцінка ймовірності перемоги в суді на основі аналізу позовної заяви;
- оцінка схожості двох судових справ;
- генерація аргументації винесеного рішення;
- генерація порад щодо зміни аргументів та тексту позовної заяви для підвищення ймовірності перемоги у суді;
- ранжування множини судових справ за критерієм перспективності перемоги, тривалості розгляду справи тощо.

Існуючі рішення. Внаслідок того, що судочинство, як процес прийняття послідовних рішень, досить складний і зазвичай містить у собі декілька етапів, інструменти штучного інтелекту використовуються як асистент для людини професіонала, а не як автономна система прийняття рішень [2]. Проте ризики та складності впровадження, технології штучного інтелекту знаходять своє застосування в судочинстві. Далі ми проведемо огляд літературних джерел (таблиця), в яких автори висвітлюють питання обробки юридичної інформації і використання великих баз даних, отриманих судами, для прийняття рішень.

ТАБЛИЦЯ. Проаналізовані роботи застосування ШІ до задач юриспруденції

Автор	Задача (тема)	Методика	Результати
1	2	3	4
Гонсалвес і Куарежма	Класифікація юридичних текстів за 3000 категоріями на основі таксономії юридичних понять	Мішок слів (BOW), POS tags, TFIDF	Ефективність 64 % і 79 % балів значення f1
Медведева та інші	Автоматичне прогнозування судових рішень Європейського суду прав людини	Машинне навчання з вчителем (SVM) , NLP технологія	75 % коректного прогнозування порушення 9 статті Європейської конвенції з прав людини [5]
Боелла та інші	Представлений класифікаційний підхід для визначення відповідної області, до якої належить конкретний правовий текст	TF-IDF міра, приріст інформації для відбору ознак та SVM для класифікації	f1-міра 76 % для визначення домена, пов'язаного із правовим текстом. f1-міра 97,5 % коректних класифікацій текстів у певний домен

1	2	3	4
Ву та інші	Визначення факторів які впливають на судові рішення в роботі з наркотично залежними людьми	Багатофакторні бінарні регресивні моделі	Було отримано базу даних суду з питань наркотиків (N = 540). Виявлено учасників, які їх вживають (n = 341)
Кац та інші	Прогнозування поведінки Верховного суду США	Моделі ансамблів дерев рішень	Точність передбачення коректного вироку 70 %
Мецкер та інші	Описати результати обробки та аналізу напівструктурованих даних російських судових рішень (майже 30 мільйонів)	Для обробки даних використовувався Spark, а для аналізу – дерева рішень	Було розроблено методу вилучення та структурування знань з урахуванням особливостей законодавства конкретного законодавства (у даному випадку РФ)
Ліма і Делен	Прогнозування факта наявності корупції всередині державних установ	Випадковий ліс (RF), SVM та штучна нейронна мережа	Точність RF 85.77 %, SVM 76.15 % та ANN 73.84 %
Сулея та інші	Застосування методу класифікації текстів до юридичних текстів Верховного суду Франції, які містять понад 126 000 документів починаючи з 1800-х років і до сьогодні, щоб передбачити рішення	SVM натренована на лексичних ознаках класифікатора мішка слів (BOW)	96 % f1 score у прогнозуванні вирішення справи, 90 % f1 score у прогнозуванні сфери права випадку, 75.9 % f1 score для передбачення часу для розгляду справи
Шарафат та інші	Автоматичне вилучення ключової інформації з матеріалів юридичних справ	Conditional random fields	F1 score of 91.51 %
Худа А. Альмузаїні, Акіл М. Азмі	TaSbeeb: система підтримки судових рішень на основі глибокого навчання	Jud_RoBERTa – юридична мовна модель на основі BERT	F-score of 95.8 % в задачі класифікації в F-score of 79.3 % в задачі пошуку інформації
Чжун та інші	Прогнозування покарань, звинувачень, та правових положень	Згорткові нейронні мережі + довга короточасна пам'ять (CNN + LSTM)	F-score 32.1, 78.3, 73.4 відсотків відповідно

Моделі глибокого навчання (DL)

Мета нашого дослідження полягає у тому, щоб створити систему підтримки судових рішень (JDSS), яка могла б отримувати судові матеріали для певного позову, і допомагала у прийнятті судового рішення. JDSS має включати базу законодавства, здійснювати пошук і аналіз відкритих судових справ, юридичних заключень, нормативних актів, і використовувати їх як частину судового аргументування. Запропонована структура DL складається з кількох етапів, які включають збір і підготовку набору даних, розробку та реалізацію моделі класифікації юридичних текстів, створення бази знань і розробку моделі пошуку судових міркувань.

Так як основна сутність предметної області є текстовий документ, головними інструментами DL для дослідження будуть моделі які добре справляються з обробкою текстів. Опишемо доступні актуальні текстові моделі і виявимо їх переваги і недоліки.

BiLSTM

Мережі LSTM, які є типом рекурентної нейронної мережі, здатні отримувати послідовну інформацію, таку як контекст речення. Це важливо, оскільки слова в реченні часто пов'язані з попередніми та наступними лексемами. Модель BiLSTM складається з двох рівнів LSTM: прямого LSTM і зворотного LSTM [3]. Ці шари обробляють текст послідовно, при цьому прямий LSTM рухається від початку до кінця, а зворотний LSTM – від кінця до початку [4]. Цей двонаправлений підхід дозволяє моделі отримувати інформацію як з минулого, так і з майбутнього.

У цьому дослідженні модель BiLSTM може бути реалізована із будь якою кількістю одиницями блоків пам'яті як для прямого, так і для зворотного LSTM. Перед подачею тексту в модель його спочатку кодуєть за допомогою ембедінгу. Потім виходи прямого та зворотного LSTM підключають до повнозв'язного шару з функцією активації softmax.

Att-GRU

GRU – це тип нейронної мережі, подібний до LSTM, але має менше параметрів “воріт”, що забезпечує швидший процес навчання (Cho et al., 2014). Увага є потужним механізмом, який дозволяє моделі зосередитися на найбільш релевантній інформації вхідних даних для конкретного завдання, наприклад, перекладу (Luong та інші, 2015; Хао та інші, 2019), ідентифікації об'єктів на зображеннях (Wu та інші, 2019), а також класифікацію тексту (Jing, 2019; Almuzaini та Azmi, 2020). Це також допомагає у вивченні представлення загального призначення (Lin et al., 2017).

У цьому дослідженні модель нейронної мережі, зокрема GRU, може бути вдосконалена за допомогою рівня уваги. Це можливо здійснити використанням одного рівня GRU із 64 комітками пам'яті, який потім поєднується з рівнем уваги. Механізм уваги був описаний в роботі (Luong et al., 2015). Рівень уваги відіграє вирішальну роль у створенні векторів уваги, які охоплюють відповідні частини тексту. Ці вектори уваги виділяють найбільш важливі елементи для поточного завдання. Крім того, вихід рівня уваги з'єднаний з повнозв'язним шаром із активацією softmax, що дозволяє зробити остаточне передбачення на основі інформації про спостереження.

BiGRU

Модель BiGRU схожа на BiLSTM, але замість використання LSTM у ній використовується блок GRU. Після того, як текст трансформується у векторне представлення, він вводиться в модель BiGRU. Потім вихід моделі BiGRU з'єднується з повнозв'язним шаром із активацією soft-max.

Word embedding

Word embedding – це техніка, яка використовується для представлення слів у документі, де для представлення кожного слова в словнику використовується вектор із реальним значенням. Ця техніка дозволяє словам зі схожими значеннями мати однакові представлення [5].

Word2Vec – це двохарова нейронна мережа, яка приймає документ як вхідні дані та генерує безперервний вектор ознак попередньо заданого розміру як вихідні дані. У Word2Vec є два основні алгоритми навчання: skip-gram і безперервний пакет слів (CBOW). У першому методі навколишні контекстні слова прогноуються за центральним словом, тоді як у CBOW поточне слово прогнозується за допомогою вікна навколишніх слів.

Таким чином представлені моделі мають широке застосування у різних сферах для обробки текстової інформації. Кожна з трьох рекурентних архітектур має свої переваги над іншими. Головна перевага BiLSTM – наявність більшої кількості блоків пам'яті на відміну від різних варіацій GRU. За рахунок більшої кількості параметрів модель здатна вивчати більш складні текстові дані, бути більш гнучкою, та краще «розуміти» локальний і загальний контекст. Однак більша модель потребує більших ресурсів для її навчання, в цьому є перевага GRU методів за рахунок простішої архітектури. На практиці варто провести експерименти і зробити порівняльний аналіз алгоритмів використовуючи метрики оцінювання такі як Accuracy та F-score.

Техніка Word embedding на сьогодні це найкращий шлях представлення тексту. Причина цього – ряд переваг над іншими більш примітивними способами представлення слів: місткість семантичного змісту, зменшення розмірності, покращення загальної продуктивності моделі.

Архітектура і шляхи розвитку для подальшого дослідження

В подальшій роботі будуть застосовані моделі DL для задач класифікації текстів, а саме: класифікації законів, юридичних документів, матеріалів кримінальних справ. Розрахунок міри близькості текстового документа до певного виду юридичного тексту. Для застосування обраних алгоритмів і валідації на перших етапах будуть використовуватись набори даних CAIL2018 (Верховний народний суд Китаю оприлюднив 2,6 млн кримінальних справ), 11 тисяч випадків з Конвенції ЄС з прав людини та дані з відкритих джерел українських реєстрів, наприклад, офіційний державний реєстр судових рішень reyestr.court.gov.ua. Запропонована система показана на рисунку.



РИСУНОК. Модель Штучного інтелекту JDSS

Висновок. У роботі розглянуто типи задач судочинства та методи ШІ, які можуть бути застосовані для їх вирішення. Проаналізовано відповідну літературу, виконано дослідження досвіду попереднього застосування штучного інтелекту на практиці, а саме: специфіка наявних даних, алгоритми

моделювання та результати валідації моделей. Описані перспективні алгоритми рекурентних нейронних мереж які будуть використані у подальшому дослідженні.

Список літератури

1. Nowotko P.M. AI in judicial application of law and the right to a court. Faculty of Law and Administration, University of Szczecin. 2021.
2. Yassine S. Using Artificial Intelligence Tools in the Judicial Domain and the Evaluation of their Impact on the Prediction of Judgments Machine learning with neural networks. The 4th International Workshop on Statistical Methods and Artificial Intelligence (IWSMAI) March 15–17, 2023. Leuven, Belgium.
3. Jing R. A self-attention based LSTM network for text classification. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2019. Vol. 1207. P. 012008.
4. Ahmad S. A hybrid CNN + BiLSTM deep learning-based DSS for efficient prediction of judicial case decisions. Department of Computer Science, Faculty of Computing and Information Technology in Rabigh (FCITR). 4 May 2021.
5. Mikolov T. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. *Journal of Machine Learning Research*. 2003. 3. P. 1137–1155.

Одержано 05.09.2023

Мілев Максим Сергійович,

аспірант кафедри прикладної математики НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,

Третиник Віолета Вікентіївна,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри прикладної математики НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

<https://orcid.org/0000-0002-3538-8207>

viola.tret@gmail.com

УДК 519.67

М.С. Мілев, В.В. Третиник*

Використання методів штучного інтелекту в судочинстві

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

* Листування: viola.tret@gmail.com

Вступ. Судова система в сучасному світі стикається з великою кількістю справ, які потребують ефективного та справедливого вирішення. Завдяки розвитку інформаційних технологій, автоматизація процесу ведення судових справ та впровадження інтелектуальних систем стали актуальними завданнями для покращення судової справедливості.

Сфера правосуддя виявилася повільнішою, ніж інші сектори, у використанні штучного інтелекту та загалом інформаційних технологій (ІТ). Тим не менш, у більшості країн кількість цифрової інформації, яка є результатом використання ІТ у судових процедурах, зростає. У зв'язку з цим все більше досліджується можливість використання штучного інтелекту (ШІ) в роботі судових органів, прокуратури та інших спеціалізованих судових органів по всьому світу.

Юриспруденція включає у себе великий спектр задач і, відповідно, різні джерела даних для їх вирішення. Використовуючи законодавство, матеріали кримінальних та адміністративних справ, укладені договори та інші юридичні документи відповідні спеціалісти приймають рішення. В свою чергу технології штучного інтелекту, згідно прикладам в інших доменах, здатні стати асистентами для спеціалістів або в автономному режимі приймати рішення.

Мета статті. Зробити огляд існуючих підходів застосування штучного інтелекту в системі судочинства, з'ясувати недоліки, переваги і обмеження алгоритмів машинного навчання в судочинстві. Визначити цілі та методику для подальшого дослідження.

Результати. У даній роботі розглянуто застосування методів машинного навчання для вирішення задач які виникають у сфері юриспруденції, визначено алгоритми, набори даних і цілі для подальшої роботи.

Ключові слова: рекурентні нейронні мережі, машинне навчання, векторизація, класифікація текстів.

UDC 519.67

Maksym Milev, Violeta Tretynyk *

Using of Artificial Intelligence Methods in Judicial Proceedings

The National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

* Correspondence: viola.tret@gmail.com

Introduction. The judicial system in today's world is faced with a large number of cases that require efficient and fair resolution. Thanks to the development of information technologies, the automation of the process of conducting court cases and the introduction of intelligent systems have become urgent tasks for improving judicial justice.

The justice sector has been slower than other sectors to adopt artificial intelligence and information technology (IT) in general. However, in most countries the amount of digital information resulting from the use of IT in legal proceedings is increasing. In this regard, the possibility of using artificial intelligence (AI) in the work of judicial bodies, prosecutor's offices and other specialized judicial bodies around the world is increasingly being investigated.

Jurisprudence includes a wide range of problems and, accordingly, different sources of data for their solution. Using legislation, materials of criminal and administrative cases, concluded contracts and other legal documents, relevant specialists make decisions. In turn, artificial intelligence technologies, according to examples in other domains, can become assistants for specialists or make decisions in an autonomous mode..

The purpose of the article. To review the existing approaches to the application of artificial intelligence in the judicial system, to find out the shortcomings, advantages and limitations of machine learning algorithms in the judicial system. Determine the goals and methodology for further research.

Results. In this work, the application of machine learning methods for solving problems arising in the field of jurisprudence is considered, algorithms, data sets and goals for further work are defined.

Keywords: recurrent neural networks, machine learning, vectorization, text classification.